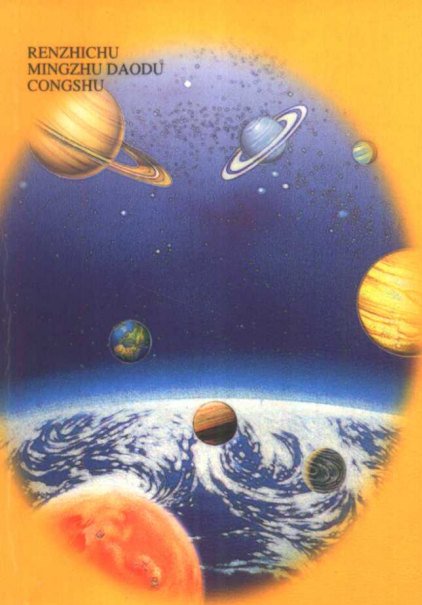


RENZHICHU  
MINGZHU DAODU  
CONGSHU



揭示宇宙奥秘的科学宣言

# 哥白尼 与 《天体运行论》

名人名著改变世界

中国少年儿童出版社



人之初  
名著  
导读丛书

MING REN MING ZHU GAI BIAN SHI JIE

# 哥白尼 与 《天体运行论》

邱立君/宋志发 编著

中国少年儿童出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

哥白尼与《天体运行论》/邱立君著. —北京:中国少年儿童出版社, 2001

(人之初世界名著导读丛书)

ISBN 7-5007-4765-9

I. 哥… II. 邱… III. ①天体运动理论-青少年读物 ②哥白尼, N. (1473 ~ 1543)-生平事迹-青少年读物 IV. P137-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 48760 号

## GE BAI NI YU TIAN TI YUN XING LUN



出版发行: 中国少年儿童出版社

出版人:

作者: 邱立君 宋志发  
责任编辑: 徐寒梅 贺丕珍  
责任校对: 尤 斌

装帧设计: 缪 惟  
美术编辑: 缪 惟  
责任印务: 宋世祁

社址: 北京东四十二条 21 号 邮政编码: 100708  
电话: 086-010-64032266 传 真: 086-010-64012262  
24 小时销售咨询服务热线: 086-010-84037667

印刷: 河北新华印刷二厂

经销: 新华书店

开本: 787 × 1092 1/32  
2001 年 4 月河北第 1 版  
字数: 91 千字

印张: 6.25 插页: 2  
2001 年 4 月河北第 1 次印刷  
印数: 1—15000 册

ISBN 7-5007-4765-9/G·3557

定价: 7.50 元

图书若有印装问题, 请随时向本社出版科退换。

版权所有, 侵权必究。

## 站在人类文明的珠穆朗玛上

潘石屹

随着 21 世纪的到来，人类文明行进到了一个崭新的历史时期——一个知识经济高速发展的时代，一个高新科技高速发展的时代，一个人类文明高速发展的时代。

用什么样的图书作为 21 世纪中国少年儿童的启蒙读物？也就是说，21 世纪的中国少年儿童“人之初，读什么”？这是出版社、特别是少年儿童读物出版社必须关注的重大课题。少年儿童是一张白纸，染于苍则苍，染于黄则黄，读一本好书可以影响人的一生。我国

是一个重视少年儿童读物的文明古国，我们的列祖列宗曾经用“三字经”、“百家姓”、“千字文”这样一些既琅琅上口、易读易记，又富有中国特色、读之有益的“人之初”读物教育一代又一代的炎黄子孙。中华民族进入多灾多难的 20 世纪后，许多著名的有识之士，如鲁迅、郭沫若等，曾怀着拳拳爱国之心和卓卓视世之度，向青少年开列过一个又一个的推介书目。新中国诞生后，文化教育部门、群众团体、社会名流，乃至共和国的缔造者毛泽东主席，也都发起过各式各样的读书活动和推介过书目。“人之初，读什么”实在是个关系到一个国家和民族未来的大事。综观世界各国，也都十分关注“人之初，读什么”的问题。如作为西方发达国家代表的美国，就曾经以政府行为规定美国少年儿童必读的 20 种书，其中列在第一位的就是《独立宣言》。

人类的历史和文明，是由广大的人民群众创造的。但名人及其名著往往改变着世界的命运，是照亮人类前进方向的文明火炬。没有孔子和《论语》，就不会有在世界上占一席之地的儒家文化；没有爱因斯坦和《相对论》，就不会有近代物理对现代科技革命性的推动；没有马克思、恩格斯和《共产党宣言》，就不会有席卷世界的共产主义运动。人之初，读什么？当今世界积书成山，汇书成海，可读的书举不胜举，选不胜选，但最应

该读、最需要读的就是那些代表世界先进文化的前进方向、改变世界的名人名著。

中国少年儿童出版社作为我国最具权威最具实力的少儿读物出版基地，基于让 21 世纪的中国少年儿童站在人类文明的珠穆朗玛上的认识，基于让 21 世纪的中国少年儿童站在与国际少年儿童同一阅读起跑线上的认识，集结国内百余名博学多才的专家教授，历时 3 年，用历史的目光和发展目光，精心策划、精心选择、精心编辑、精心出版了这套丛书。在人类文明长达数千年的群星璀璨的名人星空和名著星空中，摘取 50 颗星星，仁者见仁，智者见智，非常不易。但勿用置疑，这 50 位名人和 50 部名著，都在不同的历史时期为人类的进步做出过重大贡献，这 50 颗星星都在人类文明的星空中发出了独特的耀眼的光芒。

名人名著改变世界。愿名人名著陪伴着中国新一代青少年的人之初。

## 主 编 的 话

翻开人类社会的文明史，每个领域、每个时期都产生过具有巨大影响的世界名著。世界名著不仅带给我们阅读的美感，更重要的是带给我们思维方式的革命和观念的更新。在名著的背后，往往站着一位伟人，他们和他们的思想，改变了世界的面貌。

然而，对于广大青少年读者来说，普遍存在对名人名著“知其然，不知其所以然”的困惑，而名著，是人类进步的阶石，它在与物质世界的比照中，体现了精神的价值和力量，这是当代人最需要的精神食粮，也是最深层的素质培养。

1998年年初，中国少年儿童出版社社长海飞首先提出了自己的想法：为了加强对青少年的素质教育，通过通俗、生动、简明的导读，使青少年对于中外历史上

做出过杰出贡献的著名人物有更加切实的了解，对于曾经并继续产生重大影响的名著有一定的领会，从而开阔视野、启迪思维、调整和完善知识结构。接着，出版社组织了编委会，由一些专家、学者通过认真的筛选和反复的论证确定了书目。本套丛书最终确定的书目，打破以往名著丛书的单一架构，特别注意到了知识的整体结构，除文学名著外，还选了一些社会科学和自然科学名著，使知识的分布合理，较全面地反映了人类历史进程中“文化的力量”。每册书基本分为三个部分：第一部分介绍作者生平；第二部分介绍原著梗概；第三部分是评介和导读，这样的编排有利于青少年的阅读和名著的传承。

本套书选定书目的原则是：

1. 首先考虑权威性和知名度，即经过历史检验被公认为具有重要地位、价值和重大影响的名著。

2. 在比例分配上，文学名著约占 52%，计 26 本；人文（社科）名著约占 36%，计 18 本；自然科学（非纯专业，带有一定的人文价值和哲理色彩）名著约占 12%，计 6 本。

3. 适当考虑时间跨度，从古代到近现代，同时，也考虑到典型性，如《马可·波罗游记》、《中国科学技术史》等。



50本名著的选定，经过出版社的讨论和论证，参照了各种推荐世界名著的书目，征询了有关专家的意见，在编写过程中又作了少量调整。

参加编写的作者既有资深的专家学者，也有具有博士学位、硕士学位和中级职称以上、在学术和写作上有一定成就的中青年学者。

全部稿件经由中国社会科学院、中国科学院、中国人民大学、省级社会科学院等单位相关学科的专家学者审阅，这些专家学者有的就是名著的翻译者和专门研究者。这些专家所提出的意见普遍十分中肯、具体、明确。所有的作品都进行了认真的修改。

对于青少年读者，这套书起一个抛砖引玉的作用，也就是说，首先通过阅读这套书产生一种“名著意识”，如果青少年读者对名著很感兴趣，可以找到原著阅读。

在凝结了作者、编委会和出版社大量心血的读物即将付梓之际，我们向一开始就给予大力支持的团中央等有关部门的领导、向所有做出贡献的人们表示真诚的感谢！作者在写作中参考、借鉴了许多著作和文章，一般都列出了参考书目。在此谨向有关的翻译家、传记作家、评论家致以诚挚的谢忱！同时殷切地希望广大读者和社会各界对书中尚难免的瑕疵纰漏之处给予批评指正。

## 引 言

哥白尼是欧洲文艺复兴时期的时代巨人，他天才地揭开了宇宙的秘密，奠定了近代天文学的基础。

哥白尼不仅是一位伟大的天文学家，还精通医学和古希腊文，改革过历法和波兰币制，他被誉称为文艺复兴时期全面发展的人。

哥白尼不顾教廷的迫害，以数学和观测为武器，用科学实验的方法，花费毕生的精力创立了太阳中心说。他认为太阳东升西落的现象，只是一种“视运动”<sup>①</sup>。

这个现象的真实原因是，太阳静止不动，而是地球在绕着太阳转动。他用无数的科学数据和天文观测记

---

① 视运动：由于天体的真实运动所反映在天球上为人们所观察到的运动叫视运动。

录，来证实他的科学结论，并在晚年写成《天体运行论》一书，完整地提出了他的太阳中心说。

他的这个学说，从科学上推翻了托勒密<sup>①</sup>的地球中心说，给神权统治以沉重的打击，并从神学的束缚下解放了自然科学。从那以后，自然科学便从愚昧的神学中解放出来，走上了健康发展的大道。

本书所描述的不仅仅是一个天文学的伟大发现，还讲述了哥白尼成为波兰最杰出的复兴运动代表的事迹。

太阳中心说的建立，是人类认识史上一次伟大的革命。它是近代天文学飞速发展的起点，但不是人类对宇宙认识的终极。在哥白尼之后，人们逐步认识到，一切天体都在无限的空间永恒地运动着。一切天体不仅在空间运动，而本身也在不断变化。历史不断地向前发展，人类对宇宙的认识也永无止境。

---

① 托勒密（约公元90~168），古希腊天文学家、数学家、地理学家和地图学家。

总 策 划：海 飞

主 编：刘在平

副 主 编：戴文礼 欧阳明

编 委：武元子 张宏达

苏 焱 刘 晴

总 审 稿：刘在平

本书审稿：徐 兰

Ren  
ZhiChun

## 目 录

引言 .....	( 1 )
第一章 伟大的一生 .....	( 1 )
故乡与童年 .....	( 1 )
大学时代 .....	( 7 )
留学意大利 .....	( 16 )
行政工作和天文研究 .....	( 22 )
发表著作 .....	( 29 )
抵抗十字骑士团 .....	( 36 )
货币改革 .....	( 46 )
巨著问世 .....	( 54 )
迟到的荣誉 .....	( 68 )

<b>第二章 划时代的巨著——《天体运行论》</b>	
《天体运行论》	( 72 )
古代天文学和地心说的形成	( 72 )
中世纪欧洲灰暗的天空	( 87 )
《天体运行论》:一个新的宇宙体系的诞生	… ( 96 )
<b>第三章 日心说的曲折发展历程</b>	(109)
教会和旧势力的反对	(109)
日心学说的的发展	(115)
日心学说的胜利	(124)
《天体运行论》的伟大意义	(131)
附录:《天体运行论》(选译)	(137)
参考书目	(181)

# 第一章 伟大的一生

## 故乡与童年

尼古拉·哥白尼的故乡托伦曾是波兰一座富有的城市，商业和手工业相当发达。波兰第一条大河——维斯瓦河，围绕着托伦城边流过。发达的航运事业使托伦迅速富裕起来，这座城市的政治地位也随之提高。

尼古拉·哥白尼于 1473 年 2 月 19 日出生在位于托伦古城圣安娜街的一座房子里。因为这座房子离维斯瓦河的码头很近，所以小哥白尼常从自家窗口观看维斯瓦河里来往如梭的商船。河道终日热闹非凡。托伦是波兰和匈牙利的货物转运港，也是德国、斯堪的纳维亚国家、英国和意大利的货物转运港。托伦商人的足迹几乎遍布整个欧洲。

小哥白尼经常看到来自天涯海角的外国人，他们为托伦带来了遥远国度的信息。哥白尼时常聆听从国外返回的托伦人讲述他们的旅途见闻，这一切使哥白尼大开眼界，增长了不少见识。

父亲的名字叫尼古拉，他是一位能干的商人，还是古城议会的议员。母亲巴尔巴拉·瓦兹洛德是名门闺秀。哥白尼的童年幸福而无忧无虑，他在家乡度过了自己的幼年。哥白尼的父母闲时，常常带孩子们到村外的消夏别墅去。

哥白尼的童年可能是在自己的家里接受教育的，后来他才进入当地的学校读书，学校的师资水平很高。至于后来克拉科夫学院（即克拉科夫大学，雅盖隆大学的前身）里教他课程的教师更杰出。当时正是这所学院辉煌发展时期，它不仅对波兰的青年具有很大吸引力，同时也吸引了不少外国留学生。



在哥白尼诞生那年，托伦学校的校长是哥白尼的舅舅乌卡什·瓦兹洛德。舅舅是在意大利读完大学以后返回波兰任教的。哥白尼童年时期，托伦学校的校长是来自格鲁琼兹的一位叫杨的人，他是克拉科夫学院法律系毕业生。正是在这所学校里，哥白尼首次接触到天文学。这所学校里有一些教员特别爱好天文学，他们把一些重要的天文学论著带到了托伦。哥白尼的邻居康拉德·格塞伦也曾担任这所学校的负责人，他就是一位天文学者。哥白尼的父母向哥白尼讲述过这位有学问的邻居，正是格塞伦把一些手抄的有关天体的论著献给了托伦。当时做生意的商人都看书写字，农民会写字也不算什么稀奇事，神职人员已经失去了对知识的垄断权，这是由于国王卡齐米日·维尔基倡导的结果。虽然国王本人好像是文盲，但他却很重视科学，并且积极支持创建了波兰第一所大学——克拉科夫大学，这是中欧最早创建的大学之一。对学习最感兴趣的是市民阶层。贵族在这一时期也抛弃了“知识会削弱战斗力”的偏见，同笔墨打起交道来。

在教育发展方面，波兰当时走在欧洲的前列，平均每千人就有一所普通学校或教会学校。中世纪的最后200年是波兰教育事业大发展时期，全国有4/5的农村都办起了学校，城乡学校的总数多达3500所左右。正

是在如此发达的教育网的基础上，形成了社会共有的大众文化，这对国家的统一创造了一定的条件，并且为普及文艺复兴时期的文化奠定了基础。

哥白尼是在时代更替时期上学的。那时的学校还是中世纪的学校，但学校里已经出现一些文艺复兴的迹象。当时初级教会学校的学生必须学习3门人文课程，即必须学会用拉丁文读写及掌握基础数学，掌握基础数学对年轻市民来说是十分重要的。那时几乎没有什么教科书，因为印刷术尚未普及，印书的费用十分昂贵，学生必须把老师讲的东西全部记在脑子里。督促学生学习的工具，就是老师手中的教鞭。起初，学校只教学生祈祷和唱诗所需要的知识，为做弥撒和宗教节日服务，但实际生活的需要远远超出了这最低纲领所规定的范围，于是便出现了一些非宗教的所需要的新科目。学生除了学习中世纪的作品外，逐渐接触古典作品，后来又扩大到当代作品。但这些知识一般是在高一级学校讲授的，哥白尼在学校里学习了4门人文课程并接触了天文学，天文学是为了使用复杂的教会日历所必需的。哥白尼对文岑迪·卡德乌仙克编著的《波兰纪事》一书着了迷，通过它了解了波兰历史。

母亲的去世打破了哥白尼无忧无虑的生活。母亲去世后，由姨妈照料他。后来，舅舅从罗马回来后，担起

了照料他的义务。舅舅把两个外甥——安杰伊和哥白尼一起带到利兹巴克的主教城堡里，热心养育着他们。生活在舅舅身边，使哥白尼得到很多指教，他在学校的学习更加勤奋，同时也了解了不少有关欧洲科学文化中心意大利以及波兰克拉科夫学院的情况。

舅舅是一位知识渊博的人，他是波兰的人文主义者，这些人文主义者把意大利的文艺复兴思想传入了波兰。乌卡什·瓦兹洛德十分热爱科学，他同波兰国内外杰出的人文主义者有着密切的往来，甚至连国王也很熟悉他，他是瓦尔米亚<sup>①</sup>和沿海区文艺复兴的先驱。1489年他担任瓦尔米亚主教。舅舅是一位热心的政治家，喜欢玩弄权术，是典型的达官贵人。他过的是世俗生活，作为一名神职人员，他远没有笃守教义的献身精神。他像当时许多教会权贵一样，热衷于当世的荣华富贵。他的性情似乎是忧郁的，脸上很少能见到笑容。他自负、清高、令人难以接近。他像许多人一样，也是一位普鲁士爱国者、十字骑士团<sup>②</sup>不共戴天的仇敌。他容不得反对意见。当神甫会不愿服从他的指示的时候，

① 瓦尔米亚：波兰城邦。

② 十字骑士团：盘踞在波兰西北部，因身着白色大衣，大衣上带一个黑十字而得名。

他就威胁说要把所有人，包括两个不听话的外甥都赶走。要知道，他是最疼爱两个外甥的。哥白尼的许多政治观点是从舅舅那里接受过来的。是舅舅使他增加了对十字骑士团的反感，但可惜舅舅没能亲眼看到骑士团后来在首都克拉科夫市场上向波兰国王俯首称臣的情景，因为那时候他已去世了。

1491年，舅舅把19岁的哥白尼送到克拉科夫学院读书，大学生活的开始，成为哥白尼一生中的转折。在克拉科夫，哥白尼有机会接触了一些来自意大利的著名学者，以卡利马赫<sup>①</sup>为代表的最杰出的人文主义者。卡利马赫同哥白尼的舅舅来往密切。舅舅为两位外甥在克拉科夫安排了舒适的生活条件，使他们在那里安静地、一心一意地从事学习。

---

① 卡利马赫：即菲利普·布奥纳克西（1437～1496），意大利革命家、著名诗人，因密谋推翻罗马教廷，筹措共和国而被教皇追捕。波兰国王卡吉米尔·亚盖隆契克因为抗议教廷包庇和唆使十字骑士团入侵波兰，所以招留卡利马赫在波兰避难。在波兰避难期间，他对波兰的文化和政治生活有过较大的影响。

## 大学时代

克拉科夫是波兰的首都，给哥白尼留下了深刻印象。克拉科夫当时不仅是全国的政治、文化经济中心，也是全国社交活动的中心。克拉科夫学院以其崇高的声望吸引了各地青年。哥白尼在这里度过了4年大学生生活，并接触了许多深受国内外敬重的学者。许多外国人来到这里，带来了外部世界的信息。在这里最受欢迎的是意大利人，他们常常为克拉科夫居民带来新的风俗和新的时装款式，还有新的思想。拉丁语在当时几乎是世界性语言，哥白尼的拉丁语很好，很容易同外国人进行交谈。

克拉科夫学院以巴黎大学为榜样，院长由教授选举，教授担任并拥有最高权力。当时欧洲有些大学在举行宗教仪式或隆重游行时，大学校长甚至走在红衣主教的前

面,这充分体现了人们对科学的尊重。学院规定,大学生见到院长要脱帽屈膝致敬。各系负责人和较有威望的教授为院长当顾问,共同组成院务委员会。这项制度在高等学校里一直延续至今。克拉科夫学院中人数最多的系是人文系,只有获得硕士学位和教过两年书以上的学生才能成为人文系的正式教员,而享有选举权,而从事教学工作满4年的人,才有资格担任系主任。学生为了能通过期末考试,一天得上两天的课,负担很重。大学生为了获得最低学位——学士,起码要学会分析亚里士多德的作品,此外,还要学习天文学、星占学、算术和乐理知识,这是学习神学和法律学之前必须学的课程。很少一部分学生能学到最后。学校每周举行一次答辩会,攻读硕士学位的学生,必须表现出足够的辩论才干才能通过答辩。哥白尼学习了各种规定的课程。

哥白尼在克拉科夫学院人文系读书的时候,正值激进的人文主义思想最活跃的时期。1491~1494年,哥白尼亲身经历了人文主义者同其政敌之间,同中世纪卫道士之间尖锐的思想斗争。

哥白尼为自己在克拉科夫学院所受的数学和天文学的教育而骄傲。毕业后,有好多年他一直同该校的一些老师和同学保持书信往来。同哥白尼保持通信联系的人中有一位是科尔文,他就是为哥白尼第一部著作题词的

人。另一位是克拉科夫合唱团团长、声乐教师、教学歌手贝尔纳德·瓦波夫斯基，他后来成为一名杰出的制图员和历史学者。哥白尼曾给他写过一封谈论第8天体运动的信，就困惑自己和当时知识界的一些问题展开过探讨和辩论。

克拉科夫学院的学生主要是世俗青年，他们尽情地享受人生乐趣。此外，学生中还有一些神职人员和信奉禁欲主义的修士。学生的年龄差别非常之大，既有十几岁的小青年，也有几十岁的壮年男子。那些神职人员除受学校纪律约束外，还受严格的教会法规的约束，但因他们生活在欢乐的年轻人中间，便觉自己年轻了，于是也就忘了教规，过起世俗生活来，甚至高级神职人员也接受了世俗的生活方式，当然这一切只能是背着教会偷偷进行。

克拉科夫作为科学和艺术之城，不仅吸引了许多大学生，也吸引了不少外国学者和其他各行各业的著名人物，其中有不少欧洲重要的人文主义者，他们中最著名的有：布鲁泽沃的沃伊切赫<sup>①</sup>和被称为卡利马赫的意大利人以及康拉德·采尔泰斯。他们对年轻的哥白尼有

---

① 沃伊切赫（1445～1497）：波兰杰出的数学家和天文学家，曾编制天文学历史表，在月球理论上有革新贡献，是哥白尼以前波兰首屈一指的天文学家。

很大影响，对他的个性、政治观点和兴趣爱好的形成起了重要作用。当时克拉科夫不仅是一座繁华的城市，也是某些国家受迫害的人文主义者的避难之地。对哥白尼有重要影响的卡利马赫是来自意大利首都罗马的侨民，他担任过波兰国王几个儿子的拉丁文教师。他在 1471 年进入王宫任教，他为王子们带来了人文主义思想。哥白尼在克拉科夫学院学习期间，正是卡利马赫十分得势的时候，他的学生已经掌管了国家政权，这使他的成就和影响达到了顶峰。据说哥白尼曾与卡里马赫有过交往。传说在一次家庭宴会上，卡里马赫这位矮小精悍、白发苍苍的老者背诵了一首自己创作的长诗，诗里说到他的青年时代，在罗马组织了一次推翻教廷统治的暴动，但来不及起义就被教廷破获了，他侥幸地摆脱了教皇圣·保罗的搜索，可是保罗的魔手却到处搜寻他。无论在什么地方，卡里马赫都受到排挤和陷害。在宴会上，卡里马赫曾对哥白尼说：“听说你从小就喜欢研究天文，这可不简单，不过在你刚开始踏上这条路的时候，可千万别离开正道！”“天文学家有两样法宝，你得牢牢记住，千万别把天体看成是人类的奴仆，要尊重它们的独立人格，它们不是为了人类而存在的。它们才不理睬尘世的生活呢！”

当时，时代非常需要天文学家。教会需要天文学家



准确地计算所有不固定节日的准确日期，需要编制日历和从事异常复杂的统计工作。王宫、大公和各权贵的宫邸几乎都有一位星占学家，他们通常由天文学家来充当。哥白尼在克拉科夫学院二年级读书的时候，哥伦布发现了新大陆。哥伦布之所以能获得成功，也因为他使用了像指北针这样新的测量仪器。发现美洲大陆的消息迅速传到克拉科夫，不仅引起了人们的巨大兴趣，也启发人们去验证当时一直信奉的某些学说，其中包括天文学理论。当时天文学的基本理论之一是托勒密学说，该学说宣称地球是宇宙的中心，太阳和其他行星都围绕地球旋转。

在克拉科夫大学星占学系任教的沃伊切赫是当时欧洲最著名的天文学家之一。对哥白尼影响最大的莫过于这位教授了，他唤起了哥白尼对天文学的终生兴趣。沃伊切赫对哥白尼来说，不仅是学者和人文主义者的典范，也是富有公民道德、爱国主义和各种美德的楷模。这位优秀的人物影响了哥白尼的一生：是他在年轻的哥白尼的心灵深处播下了怀疑的种子，使哥白尼敢于怀疑当时普遍公认的法则，进一步实现了具有划时代意义的发现。沃伊切赫的名字吸引了很多渴求知识的青年。他善于把学生的数学爱好同天文学以及人文主义结合起来。他的兴趣并不限于教专业知识，他是一位视野开

阔、知识渊博的学者，富有特殊的教学天才。

据说哥白尼第一次和沃伊切赫见面不是在大学的课堂里，而是在沃伊切赫家的大花园里，这里是许多著名的学者、诗人和艺术家经常聚会的地方。提起神学，他们一致反对，提起科学，他们一致拥护。从那以后哥白尼就经常去听沃伊切赫举办的私人讲习班。在讲习班上，沃伊切赫往黑板旁边一站，叫学生一个个发表自己的见解，对于那些陈腐的学说，愚蠢的偏见，他只消三言两语就能驳斥得体无完肤。哥白尼是他最得意的学生，他的话给哥白尼极大的启迪，使哥白尼对当时人们普遍信奉的理论产生了怀疑。月亮的轨道并不像以前人们说的那样圆，它实际是椭圆形的——这项异常重要的发现就是沃伊切赫所为。他向学生讲授说，地球的卫星总是用一个面对着地球，这是他对月亮进行多次观察得出的结论。哥白尼离开克拉科夫以后，仍然同沃伊切赫保持着通信往来。沃伊切赫的来信总是使哥白尼受益匪浅，哥白尼提出的新想法也常得到教师的肯定。

年轻的哥白尼如饥似渴地听了沃伊切赫讲授的全部课程，积极参加了各种学术讨论会，并发表过令人惊讶的不同见解，他对天文现象作了与众不同的解释。1493年，他同自己的教师一道观测了两次月食和一次日食，很可能从那时起哥白尼就踏上了创建自己理论的路途。

沃伊切赫在大学不光教星占学，也教数学，同时也是一位神学学士。从1490年起他开始从事亚里士多德作品的评论工作。亚里士多德的著作是中世纪末期所有科学的基础，沃伊切赫认为，亚里士多德不是僵化的经院哲学的辩护士，而是人文主义学说的权威和盟友。

1494年，沃伊切赫突然中断教学工作，到立陶宛出任立陶宛大公，但他到那里一年后就去世了。沃伊切赫离开克拉科夫无疑是波兰人文主义者的一大损失。

哥白尼的天文学知识不仅仅是从课堂上和课外辅导材料中获得的，学习古典作家的作品，丰富了他的天文学知识。在克拉科夫学院学习期间，哥白尼广泛地阅读了古典文学作品。而爱好文学，这是15世纪克拉科夫学院的优良传统。哥白尼就读时期，语言学成了热门。大学宿舍里流传着一些最优秀文学作品的手抄本。讲授精密科学的教授也对人文主义发生了很大兴趣。无论是沃伊切赫，还是其他老师，都常常在课堂上引用作家或诗人的名言。哥白尼也阅读过很多名著，其中包括亚里士多德和柏拉图的著作。正是在这些作品中，哥白尼看到了不同于当时普遍信奉的、以托勒密学说为基础的天文学观点。不止一位古典作家以文学形式隐晦地提出：太阳是行星体系的中心，其他所有行星，包括地球，都围绕太阳旋转。亚里士多德在自己的书信中也提到一些

不同的天文学观点。哥白尼深入地学习了托勒密的一篇文章，这篇论文阐述了有关天体运动的知识。尽管他对托勒密的著作十分尊重，但还是发现其中存在矛盾，尤其地球中心说更是漏洞百出。这个学说认为，地球处于宇宙的中心，其他所有行星和太阳都围绕地球旋转。这种理论未能使哥白尼信服。为了解开萦绕在心头这个谜，哥白尼懂得必须深入学习，认真地观察、测量和积累经验。

1495年哥白尼离开了克拉科夫，来到在瓦尔米亚的舅舅身边。一些对克拉科夫知识界具有关键影响的人物也陆续离去了。使哥白尼终生难忘的卡利马赫，不久也去世了，许多杰出人物漂流国外。哥白尼回到瓦尔米亚的时候已是相当成熟，舅舅把他当成主教事业的继承人。1497年，空出一个神甫席位，舅舅让哥白尼获得了这个位子。哥白尼担任神职人员，究竟是本人的意愿，还是舅舅的旨意尚不清楚，但哥白尼曾在他的《经济论文集》中说过：“没有任何职责比对祖国的职责更神圣，为了祖国哪怕献出生命也应该。”哥白尼从舅舅那里懂得，骑士团是波兰民族的死敌，必须和他们斗争到底。舅舅知道和骑士团的斗争是艰苦的，既要在战场上和他们交锋，又要在会议上和他们评理。要打倒骑士团，就必须有人精通教会的法律。他打算派人去意大利

学习教会法，但路费、学费、生活费等算起来是一笔大数目，这笔钱谁也出不起。只好让留学生当教士，终生受教会的供养。哥白尼没有接受高级教士职位，只是当了一位普通神甫。担任这个位子为哥白尼提供了社会晋升和发展个人爱好的机会。



第

一

章

佳

大

的

一

生

## 留学意大利

哥白尼在 1496 年的夏天离开了波兰，来到意大利的博洛尼亚<sup>①</sup>，同他一起前往的还有瓦尔米亚主教派往罗马的普兰格神甫及其随从。哥白尼的舅舅指望对外甥的智力投资获得加倍的报答——他期望外甥能成为忠实于他的、具有较高水平的顾问和律师。

这是哥白尼初次到意大利，由于舅舅同梵蒂冈以及意大利很多人文主义者有着频繁的往来，所以哥白尼早就听到过很多有关意大利的情况。

意大利在 15 和 16 世纪是重要的科学和文化中心，许多意大利城市的经济非常繁荣，如佛罗伦萨和威尼斯

---

① 博洛尼亚：意大利西北部的名城，于 1088 年建立博洛尼亚大学，它是欧洲最古老的一所大学。

等，那里是文艺复兴运动的中心。文艺复兴所感兴趣的首先是人、人的本性和人的尘世生活。中世纪时人们认为，人在尘世间的生活仅仅是争取到天上永生的手段，而人文主义者关心的是人和人在尘世间的生活。受人文主义者影响，科学也发生了根本性的变化。学者们摒弃了许多中世纪的观点，开始借助理智和经验从事科学研究工作。正是这种对待科学的态度使他们有了很多发现，尤其是在自然科学和数学领域。然而，促进科学发展的不光是实验和探索工作，研究和重温古典作家和学者的著作，也起到了巨大推动作用。文艺复兴时期，人们常常在那些被遗忘的作品中找到有助于他们加深信念或进一步探索的观点。人文主义者就是这样接过古代朴素的科学思想，再通过实践加以验证和发展的。

哥白尼在意大利上大学时正是 15 世纪末期，那时意大利涌现了一批最富有才华的人文主义者，他们是著名学者和艺术家。但那时也是意大利不稳定的时期，各城市之间和各大家族之间的纷争导致了许多冲突，亚历山大六世教皇的孩子们无法无天，制造了许多凶杀事件。这期间，哥白尼接触了许多杰出的学者和艺术家，也接触了一些自由思想，甚至在教皇的宫廷里也见过只相信自己的理性、不承认权威的无神论者。当时发生的一起轰动事件也传到了哥白尼的耳朵里。在佛罗伦萨，

神职人员严重腐化堕落，普遍沉湎于尘世的荣华富贵，所以狂热的宗教改革者、修道士吉罗拉莫·萨沃纳罗拉首先在这里开始了改革活动。这位其貌不扬的人成了佛罗伦萨的主宰者，他用自己的说教征服群众，他为各修道院规定了严格的纪律。他关心穷人，创建了一个人人平等的独特的民主共和国。他想把教职工会引向原始基督教宣扬的简朴的福音境界。他是一位宁折不弯的理想主义者，断然拒绝教皇提出的担任佛罗伦萨红衣主教的建议。他谴责教皇的权力、神职人员的堕落以及不断加剧的复古倾向。当时根据他的旨意焚烧了意大利一大批最珍贵的作品。1497年酷爱艺术的教皇宣布开除他的教籍，但教皇表示，如果他肯出5000盾赎金的话，可以撤回这项决定。然而，萨沃纳罗拉蔑视教皇的决定，后来他被指控宣扬异端邪说，在佛罗伦萨市的中心广场上被吊死，尸体被焚毁。这个事件给哥白尼留下了不可磨灭的印象，他看到了改革者的命运。

哥白尼在博洛尼亚学习的专业是法律、数学、天文学和希腊语。他在博洛尼亚可以参加非常时髦的社交生活。他虽然是神甫，但除了学习知识外，没有任何宗教义务。

1501年7月28日，哥白尼回到了神甫会，经神甫会研究，认为他可以再去学习两年医学，但有一个条



件，那就是学成后要担任主教和神甫会神甫的专职医生。

哥白尼在国内短暂逗留以后，又踏上了他熟悉的意大利。他选择了当时欧洲最有名的帕多瓦大学就读，几年之后，哥白尼前往帕多瓦求学。

帕多瓦大学的学制为3年，其中包括在著名医生的指导下实习，哥白尼广泛地阅读了几个世纪以前的和当代的医学著作，并且把从书本上读到的知识同自己在医院的观察进行了认真的比较写下了不少批注。这些批注记录了他当时的意见和看法，其中有些话今天看来是很可笑的，如记录着这样的处方：“用果树树脂在啤酒中烧开三次，然后在吃饭时喝下，有助于治疗痛风……”等等。起初他不加批判地接受了别人传授给他的药方，但他通过医疗实践对这些药方进行了筛选，进而得出了自己的结论。哥白尼在医学上的批注，有各种有趣的医学知识和他本人的看法，譬如其中有这样一段话：“这要么是假的，要么是从未有过的事，所以不能相信它是对的。”

学习古典文学大师的著作，已成为当时一种普遍的时髦，哥白尼也卷入了这股潮流。通过阅读古典书籍，提高了拉丁语水平，使他的拉丁语知识更加丰富。在学习医学和语言学时期，哥白尼还准备通过法学博士考

试。1503年5月31日，哥白尼在费拉拉参加了他一生中的最后一次考试。他首先宣读了博士论文，然后从自己的科学监护人、学位授予人手中接过一本书，表示要把所学的知识永远铭记在心，接着他戴上一顶教士四角帽，同时戴上一枚象征思想和行为纯洁的金戒指，考试委员会主席用庄重的话语对毕业文凭给予肯定。公证人记录写道：“尊贵的和博学的、来自普鲁士的尼古拉·哥白尼先生——瓦尔米亚的神甫……在博洛尼亚和帕多瓦学习结束，批准授予教会法学博士学位。无人反对。由上级助理教务主教先生授予。”哥白尼获得教会法法学博士学位。

接受学位的仪式结束以后，哥白尼返回帕多瓦继续学医学。这时他有了更多的时间更深入地钻研古代哲学家和天文学家的论著，他记下的一段笔记表明，他当时距离自己的天才发现已经不远了。他在笔记中这样写道：“菲洛拉奥斯承认地球是动的，听人说，塞莫斯的阿里斯塔克也是这种看法……这是可信的。……但是，这种事情，只有敏锐的天才经过长期研究才有可能解决，因此……当时懂得行星运动理论的哲学家人数很少，多数人都隐藏起来。如果说菲洛拉奥斯或毕达哥拉斯的某一位信徒明白了这一点，孔夫子他大概也没有向后人传播这种理论。因为毕达哥拉斯的信徒们遵守了这样一条原

则,即不通过书籍传播,也不向所有人说明这一哲学的全部秘密,仅仅透露给知心的朋友和亲人。”持小心谨慎态度是必要的,因为这种观点是违背教会权威所支持的固定不变的世界观的。在意大利学习期间,哥白尼耳闻目睹了一些公然敢于冒犯教会学说的人的悲惨命运,这使哥白尼意识到发表不同理论可能带来的后果。

在意大利生活期间,哥白尼进行了大量枯燥的计算工作,反复核算了各种历法。出于编制历法的需要,他观察并记录了大量天象材料。随着数学知识的增长,他进一步完善了自己的计算技术。哥白尼必须了解埃及的和中国的历法,因为是东方学者首先开始研究天文学,即天体科学的。其次是巴比伦学者,随后希腊人和埃及人也开始对星体发生兴趣。哥白尼在研究中发现,古学者曾经认为月亮是被太阳照亮的一个黑暗的固有实体,月食的原因也在于此,地球可能是围绕自己的轴心和围绕太阳旋转的。这些古老的理论被托勒密推翻了,他“定住了地球,转动了太阳”。

早在哥白尼在克拉科夫学院学习时,已经广泛地阅读了托勒密的著作,他在那时开始对这位学者的理论的正确性产生怀疑。后来他进一步加深了自己的看法。

1503年,哥白尼带着渊博的知识和丰富的科学经验,从意大利回到了祖国。

## 行政工作和天文研究

哥白尼回到了弗龙堡<sup>①</sup> 神甫会后，他的哥哥安杰伊也带着博士学位证书从罗马回到了波兰。兄弟俩想向舅舅还债，但舅舅更需要的是忠诚和富有聪明才智的顾问。从此以后，哥白尼就一直留在舅舅身边，一直到1512年舅舅去世。

哥白尼不仅是舅舅的保健医生，也是舅舅的秘书、顾问和心腹。舅舅常常把最复杂和最棘手的问题交给他去处理。为瓦尔米亚主教这样高贵的人物担任保健医生使哥白尼成为王属普鲁士地区最有名望的医生之一。他

---

① 弗龙堡：在波兰东北部，位于扎列瓦海湾。哥白尼几乎终生在此担任修士，从事研究。哥白尼逝世后，遗骸埋葬在此处教室内。

愿意为所有患者治病，不管其贫富和门第，他关心穷人的疾苦，免费为他们看病，有时甚至还主动送药给他们。与此同时，也有许多知名人士慕名前来求医。哥白尼曾多次被请到格但斯克和奥尔什丁去给人看病。许多的名人、权贵不止一次地向神甫会提出请求，希望聘用这位医术高超的医生。

行医期间，哥白尼不断丰富自己的医学知识，他购买了许多医学书籍。哥白尼虽然对医学理论有很大兴趣，但他没有留下医学论文，留下来的仅仅是他批注的和记有一些药方的医学书籍。

这时候，瓦尔米亚正处在困难时期。十字骑士团正在寻找机会，企图把它占为己有。瓦尔米亚的内部问题也很复杂。在这种情况下，哥白尼无法安心地从事科学研究工作。他必须为舅舅出主意，帮助舅舅解决各种棘手的问题。瓦尔米亚原属普鲁士的一部分，反对十字骑士团的13年战争结束之后，根据托伦和约于1466年并入波兰。因为直接受波兰国王管辖，这个地区被称做王属普鲁士，它同普鲁士的东部地区不同，东部地区先被称做十字骑士团普鲁士，后称普鲁士公国，成为波兰的封地。此后又在这块封地上建立起了强大的普鲁士王国。瓦尔米亚一直是独立的行政单位，是普鲁士最大的主教区。

瓦尔米亚的神甫和主教渴望获得教会在波兰所享有的自由，而骑士团则希望取缔瓦尔米亚主教们的特殊地位，使他们完全听命于自己。在这种情况下，骑士团的骑士们和瓦尔米亚神甫会之间不断发生冲突，甚至产生敌对情绪。十字骑士团的过分剥削和压迫在利兹巴克<sup>①</sup>、弗龙堡和许多其他城市引起动乱。农村也出现骚动。这种形势对神甫会产生了影响，迫使它加入了反十字骑士团的普鲁士行列。1454年5月28日，瓦尔米亚神甫会向波兰国王卡齐米日·雅盖隆奇克进贡，并宣誓效忠波兰国王。在13年战争期间它同波兰军队联合行动，从十字骑士团的奴役下解放了普鲁士。根据13年战争的托伦和约，瓦尔米亚于1466年正式同波兰本土合并。

由于哥白尼同舅舅一道参加了反十字骑士团的活动，这使十字骑士团十分注意哥白尼。普鲁士和瓦尔米亚主教面临着艰难的形势，只有波兰国王有能力解决。普鲁士各界一直期待他的到来，哥白尼熟悉了自己开展活动的地区，掌握了这个地区存在的问题，也懂得了如何利用自己在大学所学到的知识为工作服务。

1504年的新年，哥白尼与舅舅和神甫扬·斯库尔泰

---

① 利兹巴克：主教官邸。

蒂一起参加了在市政厅举行的普鲁士各界代表会议。会议期间，详细讨论了货币问题，这个问题引起了哥白尼的兴趣，他后来花费了很大精力，提出了货币改革方案。随后两个月，哥白尼参加了紧张的迎接国王的筹备工作。5月4日，在托伦古城市市场上举行了市议员、市政委员、市民阶层、贵族和海乌姆诺地区执政官公开进贡和宣誓效忠的隆重仪式。随后，国王用两个月时间巡视了王属普鲁士，接受居民的贡礼。

与国王和一些杰出政治家巡视王属普鲁士，这使哥白尼有机会直接接触这个地区最重大的问题，并了解了解决这些问题的办法。他认识到，同波兰保持不可动摇的联系是重要的。从普鲁士居民的进贡活动中，哥白尼看到了波兰国王的威严。1504年底，哥白尼参加了普鲁士各界代表大会和其他各种会议，这些会议讨论了国王的访问结果，并且制订了今后的政策和行动方针。

哥白尼在整顿普鲁士的内部秩序上花费了许多精力，主要是解决有关行政、司法和治安方面的问题。1506年8月20日至9月25日，普鲁士各界在马尔堡举行了一次重要的代表大会，这时，国王亚历山大·雅盖隆奇克去世了。这次代表大会，哥白尼了解了该地区的各种关键问题，也了解了普鲁士贵族、各城市以及神职人员之间的利害冲突。他亲身感受到，十字骑士团对

瓦尔米亚怀有野心，想夺回半个世纪前摆脱了他们统治的地区。

国王去世后，在普鲁士和利兹巴克官府引起了混乱。1506年12月8日，齐格蒙特·斯塔雷被选为新的国王。新国王的登基，揭开了波兰历史的新篇章，这个时期称为齐格蒙特时期。这个时期波兰出现了空前的昌盛局面，文艺复兴时期的文化、科学和艺术在全国传播开来，并且在一些杰出的艺术品、文学作品和典型建筑中得到体现。齐格蒙特时期，在内政方面也发生了一些影响深远的变化。基督教改革运动从德国传入波兰，并且迅速推广，波兰为受迫害者提供了避难所，正是这种气氛使哥白尼在许多领域可以开展探讨活动，他的工作也深得弗龙堡神甫会的赞赏，他们让他担任了各种职务。

1507年9月1日在埃尔布隆格举行的新的代表会议上再次讨论了税收和内部安全问题，哥白尼同舅舅以及神甫克莱茨一道参加了会议。通过这些会议，哥白尼对全国性的事务有了更深入的了解。由于十字骑士团大首领推行的旨在获取王属普鲁士的政策，致使波兰同十字骑士团的关系进一步恶化。十字骑士团的奸细遍布全国，在王属普鲁士也不少，尤其是在他们仇视的瓦尔米亚主教周围，更是安插了不少密探。十字骑士团的情报



机关对哥白尼也发生了兴趣，特别是哥白尼的一些著作引起了他们的注意。哥白尼熟悉制图工作，并且能绘制地图。舅舅曾吩咐他绘制一张瓦尔米亚和王属普鲁士西部的地图。十字骑士团费了很多力气也没能找到这个地图。

行政工作是十分忙碌的，很费心血，就在繁忙中，哥白尼仍继续抽空从事科学工作和文艺创作。他把公元七世纪拜占廷作家泰奥菲拉克特·西莫卡塔的希腊文作品《风俗、田园和爱情信札》翻译成了拉丁文。这是哥白尼的第一部作品，于1509年出版。这部作品在波兰印刷史上占有重要地位，不仅因为它的译者知名，也因为它是波兰印制的从希腊文译成拉丁文的第一部作品。联系出版这部书的中介人是哥白尼大学时代的朋友瓦夫日茨·科尔文。科尔文为这本信札撰写的序言高度评价了哥白尼的才能，他注意到了哥白尼的天文学爱好，他写道：“他注视着月亮的迅速运动、注视着太阳和星星，并且描绘它们在巨大天空中的轨迹。描绘天空这个杰出的、万能的造物的形象以及各种天象形成的原因。最令人惊奇的是他会解释天体运行的规则。”

在利兹巴克生活期间，哥白尼能从事天文研究的时间是很少的。大约在1507年，他开始撰写了题为《浅说关于天体运动的假设》的第一篇天文学论文，在这篇

论文里他勾画了自己学说的雏形。哥白尼在利兹巴克观测了月食，丰富了他多年积累起来的有关星际现象的知识，他在克拉科夫逗留期间，他就对1509年6月2日出现的月食作了观测，这在哥白尼的一生中仅此一次，以后再也没出现过这种观测机会。这对他的理论发展非常重要，因为这次月食同托勒密观察的月食非常相像，这使哥白尼有可能对希腊天文学家的计算加以验证。

后来的一段时间，哥白尼同舅舅的关系不大融洽。哥白尼不想作官，这同舅舅对他的期望相悖。哥白尼希望回到僻静的弗龙堡，借以摆脱激烈的政治斗争和官场的繁杂，集中精力从事科学研究工作。1512年，舅舅瓦兹洛德主教突然患病去世。20年来，舅舅一直像亲生父亲一样对哥白尼关怀备至，虽然他同哥白尼发生过冲突，但他对哥白尼也产生了巨大的影响。他一直在履行着抚养者和庇护人的义务。

## 发表著作

弗龙堡的神甫们过着世俗的生活，他们从事政治活动，管理神甫会的财产。他们很少能聚齐，许多人在外地或国外活动。神甫们经常去罗马、克拉科夫参加同十字骑士团大首领的谈判，以及同格但斯克或托伦市长会晤。有的神甫作为使节在周游欧洲，有的到克拉科夫王宫担任了秘书。瓦尔米亚的财富有  $1/3$  属神甫会所有。他们像贵族一样参与国家的所有政治事务。由于所处的地理位置的缘故，围绕位于骑士兵团军事家疆界内的神甫会领土该由谁行使行政管理权这个问题，神甫会同十字骑士团发生了争吵。与此同时，关于地区特权问题又同波兰国王展开了争论。神甫会开会交流有关王宫和国王的信息，会上不仅讨论宗教和政治问题，也讨论科学和文化事务。科学情报的一个独特来源是神甫会听取学

成归国的神甫的总结汇报。哥白尼结束了在意大利的学习归国之后，也作了汇报。

哥白尼作为瓦尔米亚神甫会的成员，必须承担神甫会交给他的许多义务。从1510年11月到1513年11月，哥白尼担任神甫会办公厅主任。根据这项职务的要求，他负责编写给波兰国王和十字骑士团的信件，为各种正式文件加盖印章，监督神甫会的账目，还管理过食品供应问题。此外，农村向神甫会缴纳的钱款也由哥白尼负责接收。由于他公正地履行了这些义务，1516年11月8日被选为任期3年的神甫会财产管理人。担任这些职务，使他对经济问题有了了解，这对他改革神甫会经济和财政制度起了重要作用。作为瓦尔米亚神甫会的神甫，哥白尼必须参加一年召开几次的神甫会例会和其他特别会议。

舅舅去世不久，哥白尼就遇到了选举主教的问题。国王齐格蒙特·斯塔雷希望把自己的意中人安插到瓦尔米亚主教的位置上，而神甫会的一些成员则渴望安排自己挑选的人。于是在主教去世的一周后，匆忙地推选法比安·卢兹扬斯基担任主教。选举法比安·卢兹扬斯基也是对国王意愿的迁就。神甫会的行动激怒了国王，他认为这次选举损害了他的权利。经过多次协商，1512年7月6日，王宫的特别委员会同神甫会的代表一道起草了

一个协定，该协定草案说，当弗龙堡主教职务出现空缺的时候，神甫会将立刻派出特使把主教去世的消息报告国王，并向国王提交瓦尔米亚所有神甫的名单，国王将从名单上选出4名合适的人选，然后由神甫会在这4人中选出一名担任主教。神甫会要向国王报告选举结果，并请求国王把选举结果呈报教皇，以争得教皇的批准。1512年12月6日神甫会举行仪式，授权安杰伊·克莱茨神甫和扬·斯库尔泰蒂神甫到彼得库夫的议会中提出条件，但国王的態度更加坚决，一直不肯退让。12月7日签署了有关瓦尔米亚主教选举的协定，这个协定在历史上被称为彼得库夫协定。圣诞节的第二天，神甫会批准了这项协定。哥白尼参加了这次会议，并按彼得库夫协定的规定，面对法比安主教宣誓效忠波兰国王。

1516年7月，神甫会对基金储备进行了清查，以便从中拨出一部分款用于防御强盗骚扰。神甫会把财产管理工作委托给了尼古拉·哥白尼。危难之时推举哥白尼担任此职，说明哥白尼在神甫会中是很受尊重和信任的。

在这个时期，哥白尼除了出版一本译著——《泰奥菲拉克特·本莫卡塔诗集》以外，还从事了天文学和其他研究工作。早在舅舅官邸工作的时候，哥白尼就开始构思自己的天文学著作。他向要好的神甫透露过自己的

理论，这些知情的神甫曾鼓励他公布他的研究成果。对哥白尼从事的天文学研究了解得最多的，除了舅舅以外，就是蒂德曼·吉斯了。他从英国买回了一个太阳镜和一副观察昼夜平分时的仪器。这些仪器是哥白尼从事天文观测所需要的。哥白尼曾以书信形式撰写了一篇论文，寄给了自己的朋友和熟悉的天文学家。这篇论文开头的一句话是：“尼古拉·哥白尼浅说自己提出的关于天体运动的假设”，这篇论文的名字就被简称为《浅说》。这篇《浅说》几乎传遍了整个欧洲，哥白尼在这篇《浅说》中扼要地阐述了他的日心说的基本思想：

1. 不存在一个所有天体及其轨道的中心点。
2. 地球中心不是宇宙中心，只是重心和月球轨道的中心。
3. 所有天体都围绕作为自己中心点的太阳运转，因此太阳位于宇宙中心附近。
4. 地球到太阳的距离同天空高度之比，就如同地球半径同地球与太阳间距之比一样渺小。地球到太阳的距离同天空高度之比是微不足道的。这就是说，由地球绕太阳公转所造成的观察角度的变化（表面上看似是行星在移动），被称为视差位移，它同观察者与天空，也就是观察者与各行星的距离相比，简直是太小了，所

以这个变化很难被发现。

5. 在天空中看到的所有运动，都是由地球自己的运动造成的。因为地球连同环绕它的自然要素（水和空气）一道每 24 小时围绕对天空来说不变的两极连线旋转一周。

6. 使人感到太阳在运动的一切现象，都不是由太阳运动产生的，而是由地球及其大气层的运动造成的。地球带着它的大气层，像其他行星一样围绕太阳旋转。由此可见，地球同时进行几种运动。

7. 人们看到的行星向前和向后的运动，都不是行星自身的运动，而是由地球自身运动使人产生的错觉。地球运动的本身就足以解释人们在天空中观察到的各种各样的天象。

接着，哥白尼描述了太阳和月球的视运动，然后是 3 颗行星：土星、木星和火星，以及金星和水星的视运动。《浅说》是用这样两句话作结尾的：“这样，水星总共按 7 个圆运动，金星沿 5 个圆转，地球沿 3 个圆，月球围绕地球沿 4 个圆运转。而火星、木星和土星各沿 5 个圆运转。于是总共有 34 个圆就足以说明整个宇宙的构造和行星所跳的全部舞蹈了。”

哥白尼在《浅说》中抨击了托勒密的理论。托勒密

认为地球是宇宙的中心，所有天体，包括太阳，都围绕地球运转。这一抨击同时也是对以托勒密地心说为基础的世界观和哲学体系的抨击。《浅说》中提出的地球每昼夜围绕自己的轴心旋转一周和每年围绕太阳旋转一周的理论是一条惊人的新闻，而哥白尼这一惊人发现竟然是借助简陋仪器——象限仪、三角仪和捕星器实现的。象限仪不过是用木板做成的一个正方形，板上绘制了 $1/4$ 的圆弧，在圆心处钉上一条细棍，用于观测太阳的位置，主要是测量太阳中天时的高度。三角仪是用3根活动的尺子构成的，用于观测月球。捕星器是哥白尼用来测量月球与行星的位置及角度的工具，是用带有刻度的圆环构成的。

哥白尼的《浅说》寄出后，并未引起收信人的很大兴趣，也没见什么反响。没有人敢违背教会权威和以圣经论述。所有人都保持缄默。随着时间的推移，《浅说》在欧洲越来越引人注目，并引起了不同的反应。《浅说》为哥白尼赢得了一位最忠诚的学生，他就是纽伦堡的数学家、天文学家和医生耶日·约阿希姆·冯·劳亨，称雷蒂克。他在了解了《浅说》的内容以后，决定亲自结识一下作者，于是到了弗龙堡。他在瓦尔米亚主教区首府待了两年，了解了哥白尼学说的基本内容。并说服哥白尼出版《天体运行论》一书。



早在 1513 年，哥白尼就接到改革历法国际委员会主席保罗的邀请，要他参加改革方案的制订工作。不久，哥白尼把历法改革方案寄给了委员会主席。但他拒绝去意大利直接参加这一工作，因为他认为，只有准确了解太阳和月球的运行情况以后，才有可能进行历法改革，而当时对太阳和月球的运行规律的研究尚正在进行中。

30 年后，哥白尼在《天体运行论》一书中公布了自己的研究结果，这些结果成为 1582 年教皇格列高利十三世颁以自己名字命名的格列高利历的基础。这个新历法取代了以前的儒略历<sup>①</sup>，一直延用至今。

---

① 儒略历：现今大多数国家通用的阳历的前身。公元前 40 年，罗马统帅儒略·恺撒决定采用。每年平均长度 365.25 日，历种的平年为 365 日，4 年 1 闰，闰年 366 日。儒略历历年比回归年长 11 分 14 秒，积累到十六世纪末，后经罗马教皇格列高利十三世于 1582 年命人加以修订而成现今通用的公历。

## 抵抗十字骑士团

负责管理弗龙堡神甫地产的人，被称为“尊贵的瓦尔米亚神甫会的共同财产管理人”，即为“国家神甫”。1516年，神甫会通过投票选举哥白尼担任这一职务。担任神甫会财产管理人，要承担许多义务，要掌管瓦尔米亚的两个地区经济和收入。担任这一职务的人可以毫不费力地利用职权为自己捞钱，这在当时是常见的现象。为此人们总要选举特别信得过的人担任这一职务，希望能有一个好管家。

哥白尼掌管的地产范围很大，这些工作占据了哥白尼很多时间，这样一来哥白尼用于科学研究和读书的时间就很少了。他在一本书的白边上这样写道：“生命是短暂的，而徒劳的活动只能获得很少的知识……”。虽然行政事务十分繁重，但哥白尼并没因此停止天文学研

究，奥尔什丁城堡里留下了他从事天文观测的痕迹。后来，人们在奥尔什丁城堡的围廊下面的墙皮中发现了哥白尼做的一个长 705 厘米、宽 140 厘米的天文观测记录板，这是哥白尼观测和研究地球轨道时使用过的。哥白尼在奥尔什丁观测二分点（春分和秋分）的时刻，首先是为了确定和计算出当时使用的儒略历同实际情况的差距。公元 325 年，在尼斯举行的主教会议确定春分为 3 月 21 日，它成为推算复活节和其他不定期宗教节日的基础。由于当时实行的历法有错误，所以每个历法年都比依据太阳通过两个二分点的时间计算出的天文年长 11 分钟。日积月累，历法年标示的二分点越来越晚，到哥白尼时期，误差已达 10 天之久。必须对历法加以改革，这成了当时学者们热烈讨论的题目，改革历法问题终于提上了 1512 年至 1517 年的拉特兰主教会议的日程。哥白尼对这些总是很感兴趣的。

哥白尼选择西南方向上的一面墙来制作这块记录板。这块墙面被围廊遮掩着，他在顶棚上钻了一个小孔，阳光透过这个小孔射到墙板上。每 5 天观察一次阳光在墙上移动的路线，并在墙板上标示出来。二分点时刻是主要观测对象，同时也是做深入观测的出发点。据学者们推算，这个记录板是 1517 年制成的。每遇上观测日，哥白尼就进行监督和视察。哥白尼在奥尔什丁城

第

一

章

伟

人

的

一

生

堡进行了许多次天文观测，他在《天体运行论》一书的第5章里描述了其中的4次。在奥尔什丁城堡生活这段时期，可能是他一生中活动最多的时期。

哥白尼在奥尔什丁负责管理工作时，正是神甫会经济紧张的时期。他必须为农民放弃了的土地安排新佃户，他把被抛弃的土地、建筑物、牲畜、农业器具，甚至还有谷物一道转交给新用户，有时做其他的工作，比如允许新用户在头一年免交租税，免服劳役，免纳公路养护费等。也有时由于欠债原因，老年农民和伤残农民把财产转给了别人，双方均未偿还债务。对此哥白尼采取宽容态度。哥白尼允许那些老人卖掉自己的财产，自由地离开村子。哥白尼还允许一个上了年纪的农民出售一部分土地，并且确定由新用户每年向他提供一些终生养老金。这说明哥白尼一方面关心神甫会的利益，另一方面对老百姓也采取了人道主义态度。

哥白尼在奥尔什丁地区工作时期，正是波兰同十字骑士团矛盾加剧的时期，边界闹事和冲突事件不少，给哥白尼带来很多麻烦。1519年11月8日，哥白尼被提升为神甫会办公厅主任，为此哥白尼回到弗龙堡。

波兰同十字骑士团的关系一直很紧张，尤其在瓦尔米亚，十字骑士团的袭扰活动越来越频繁，他们所到之处，不放过任何目标，连教堂也成了他们的抢劫对象。

国王给主教派来了 40 名骑兵，并开始备战。1520 年新年，十字骑士团首领阿尔布雷希特率领军队来到布拉涅沃城下，宣称是来向波兰国王进贡的，当他们来到城下的时候，正是凌晨，大雾挡住了塔楼，当时塔楼上也没有人守卫。布拉涅沃市长菲利普·特施内尔为骑士团打开了城门。十字骑士团毫不费力地占领了布拉涅沃城堡。骑士团大首领要求居民向他宣誓效忠，并在市场中心迅速竖起了绞刑架，警告敢于反抗的人，在武力的镇压下，居民们屈服了。

1 月 4 日，弗龙堡派两位神甫作为使节去会见阿尔布雷希特。一位是从前的神甫会成员、副主教扬·斯库尔泰蒂，另一位就是哥白尼。他们的任务是对骑士团的行动表示抗议，建议他们同波兰国王和谈。这次会谈没有取得任何结果。不久，十字骑士团对弗龙堡发起了武装进攻。神甫们都纷纷离开弗龙堡，只剩下哥白尼一个人留在弗龙堡。十字骑士团纵火焚毁了城市和围墙外面的神甫住宅。哥白尼的家被烧毁，他只好离开这里前往奥尔什丁。

战争风云席卷了整个瓦尔米亚和骑士团国家，波兰军队开进了骑士团控制的普鲁士，占领了一些地方。哥白尼在奥尔什丁市迅速投入了备战工作，为最大限度地加强奥尔什丁的防御能力做出了巨大努力。

战争期间，哥白尼坚定地站在波兰一边，同十字骑士团进行斗争。保卫神甫会财产的重担落在了他的肩上。哥白尼帮助法比安主教组织防御工作，同时管束自己手下的人不得同十字骑士团的人进行任何接触。

1520年春，波兰军队发起了攻势，一直打到骑士团普鲁士的首都。骑士团大首领阿尔布雷希特提出了谈判请求，国王也同意停火，双方确定6月18日开始谈判。瓦尔米亚的主教法比安也将参加会议，为此哥白尼给主教写了一封信，他告诫主教不要相信十字骑士团的保证，哪怕是书面保证，他认为应该要求骑士团赔偿他们给主教区和瓦尔米亚神甫会带来的损失。后来的谈判证明，他的预见是完全有道理的。

按预定的日期，以波兰国王为首的波兰人和由骑士团陪同的大首领来到谈判地点。在谈判的时候，大首领使用拖延战术，并提出了不适当的要求。当他得知丹麦和德国方面的支援已经到来的消息后，于是便中断了和谈，请求国王发给他返回普鲁士的安全通行证。7月骑士团又开始向波兰军队发起进攻，这次是大首领占据了主动权。波兰人用很大兵力包围了布拉涅沃，但没能阻止住十字骑士团对瓦尔米亚其他城市的入侵。大首领撕下了他对瓦尔米亚主教的友好面具，直接进攻主教在利兹巴克的官邸。波兰军队在城市居

民的大力协助下，英勇地保卫了城市，使包围城市的十字骑士们受到损失。

在瓦尔米亚处在最困难和最危险的时候，扬·克拉皮茨把自己担任的神甫会财产管理人的职务交给了尼古拉·哥白尼。神甫会之所以作出这一决定，是因为哥白尼在行政管理工作中取得了丰富的经验，并且在同十字骑士团的斗争中表现出的勇敢的精神。哥白尼不仅成了经济管理人，也成了坚守瓦尔米亚南部最重要据点的军事指挥员。他积极组织全城加强防御，同时请求波兰指挥官提供军事和物质援助。哥白尼给国王齐格蒙特·斯塔雷写了一封求援信：“最圣明的君主大人陛下，我们渴望最忠实地为神圣的陛下效劳。昨天傍晚，陛下的敌人侵占了良城。良城本来有着很好的防御围墙，但终因守城将士不足而失守。同样的情况也使我们合理感到不安，因为对付这种进攻，我们没有足够力量。敌人已近在咫尺，我们担心的是，不久我们也将被包围……为此我真诚地向陛下请求，请陛下尽快派援兵来，给我们以有效的支持。因为我们渴望竭尽全力做高贵和正直人应该做的一切，恪尽职守，毫无保留地为陛下献身，哪怕牺牲也在所不辞。我们的全部财产和我们自己都指望和仰仗陛下的关怀。1520年11月16日于奥尔什丁。陛下最忠实的仆人、

瓦尔米亚的神甫会和神甫。”

这封信没有送到国王的手里，因为信使在途中被十字骑士团俘获，所以这封信一直保留在格丁根的十字骑士团的文献馆里。

许多神甫由于担心奥尔什丁要塞被十字骑士团攻破，所以都离开了奥尔什丁。岗位上只有哥白尼和施内伦内格神甫两人。

阿尔布雷希特从良城给奥尔什丁写了一封信，要求该城立刻投降，还威胁说，不投降就要把它彻底化为灰烬。然而，守卫者不但没有被吓倒，反而加强了防御准备。十字骑士团部队于1521年1月26日突然向奥尔什丁发起进攻，企图用突袭的办法攻占该城。十字骑士团曾一度攻破城墙上的一個角门，但很快又被守卫者击退了。守卫者知道，这是敌人的第一次试探性进攻，很快就会发起全面攻击。

哥白尼坚守岗位，在他的努力下，奥尔什丁调进了大量的武器弹药和食品，他催促副主教继续为守卫者提供这些物资。有一个主教对哥白尼的勇气表示钦佩，后来他写道：“最后我要对最了不起的您在困难和危险时期所付出的巨大心血表示感谢，您在那里恪尽职守，耐心地经受着困难和危险的考验。我真诚地请求您保持乐观，放宽心地坚持下去。您将得到上帝的报答和人们的



赞扬。”

哥白尼是奥尔什丁真正的防御司令，这座城市的命运很大程度上是取决于他的意志和决心。他对十字骑士团不怀幻想，也没有同骑士团进行任何谈判，他的这种态度拯救了奥尔什丁和瓦尔米亚。

1521年3月26日，骑士团停止了进攻。4月5日，达成了所谓的托伦妥协，实行4年停火。双方决定，已经占领的土地在停火期间不调整，波兰和十字骑士团之间的一切争执都将通过其他手段加以解决。

1521年战争结束后，十字骑士们仍不断破坏停火协定，竭力占领新的领土。战争给瓦尔米亚造成了很大的损失和破坏，大部分农庄被洗劫，这使主教和神甫会的收入也减少了。战争后，奥尔什丁被荒废的土地增加了两倍。刚刚停火一个月，哥白尼就开始了安置佃户的工作，但他没有像先前那样在登记本中记录自己的意见。在1521年5月6日至5月31日这3周中，哥白尼做了8次移民的工作。为了鼓励农民尽快地接管被弃的土地，哥白尼提出了不少减租和免租措施，许多移民纷纷前来这里定居。

哥白尼在弗龙堡从事天文观测的条件要比在奥尔什丁好得多，因为这里有一些不能带到奥尔什丁城堡去的观测仪器。但哥白尼观测天体的时间仍然不多，许多行

政事务占据了他的精力和时间。他参加为调整神甫会和骑士团之间紧张关系而举行的一系列会议，那时，骑士团还占据着神甫会土地和财产，还对弗龙堡佃户区的森林进行监督。这之后的几个月里，哥白尼又担任了神甫会财产的视察员，这个职务要求他经常对神甫会财产问题外出视察，也曾担任过“神甫会驻奥尔什丁代表”。

1522年初，神甫会推选哥白尼和蒂德曼·吉斯作代表，前往托伦参加普鲁士各界代表大会，波兰国王的代表也要出席。他们于1522年3月17日参加了这次代表大会，在波兰使臣面前对十字骑士团无法无天的行为提出了新的指控。他们揭露大首领迫使瓦尔米亚主教区的臣民在经过骑士团领土运货时使用普鲁士的格利夫那交税。应普鲁士各界的请求，哥白尼在那里宣读了他3年前撰写的一篇关于货币问题的论文。哥白尼的意见受到同年10月21日召开的普鲁士各界代表大会代表们的赞赏，入会的王属普鲁士代表最后通过了一个决议，决议中采纳了哥白尼的意见。

1522年1月30日，瓦尔米亚主教法比安·卢兹扬斯基去世。按照当时教区的传统习惯，在新主教产生之前，由一名神甫代表接管教区和神甫会的领导权。这名代表被称为瓦尔米亚主教区行政总管。这是一个政权交替时期负有最高责任的职位。神甫会推举哥白尼暂时担

任这个最高职务。甚至在选出新主教以后，哥白尼仍将行使这一职责，直到新主教的选举得到教皇批准为止。上任以后，哥白尼立即采取有力的措施加强各城堡的防御能力，防止十字骑士团的进犯。



第

一

章

佳

大

的

一

生

## 货币改革

哥白尼虽然非常喜欢研究科学问题，对经济领域的问题也很精通，他管理瓦尔米亚神甫会的财产，使他获得不少知识。作为神甫会财产管理人，哥白尼必须使所有土地都及时耕种，并且得到最好的管理，以获得最大的收入。瓦尔米亚生产的农产品供大于求，哥白尼把剩余的农产品卖到国外。哥白尼渊博的数学知识在这里得到应用，因为贸易是借助各种不同货币进行的，而这些货币的计算很复杂。由于出售商品收入的货币是由不同造币厂制造的，为了不上当受骗，必须了解各种货币的价值。

当时的货币是用金属铸造的，主要是用银加入一些铜来制造，很少用金制造（那时人们还不懂得印制纸币）。在当时，即使发行了新货币，旧货币也可以流通。

虽然法律对货币中贵金属和其他金属的含量作了规定，但有人为了谋利，常常改变这种比例关系。波兰法律规定，要发行贵金属含量不断减少的货币。这种货币被称为不足价货币或含量不足的货币，它们表面刻印的价值高于其贵金属的含量。当货币表面的价值超过了国库中贵金属的价值或商品总值，经济就要发生危机。

哥白尼时期波兰的货币迫切需要进行一次根本性改革。提出货币改革方案的人中有一位名叫尤斯图斯·德茨尤什的人，他是国王的秘书。据他计算，当时波兰市场上流通的货币有17种之多。由于国家缺少统一的货币制度，加剧了金融市场的混乱，甚至导致克拉科夫的王国造币厂临时关闭。为此，对这种后果感触最深的社会阶层——贵族和神职人员，要求实行货币制度改革。

在王属普鲁士的一些议会，不同程度地阻碍了货币改革，虽然它们不反对改革思想。它们主要是想保留造币的权利，因为当时拥有造币权不仅会提高城市的威望，也能给受益者带来很大的实惠。所以从16世纪初，改革货币制度问题便成了王属普鲁士各界代表大会和议会的重要议题。哥白尼起初很少参与，但不久他作为行政管理人接触了这个问题。有了实践经验后，他就成了货币改革的主要代言人之一。随着时间的推移，各界呼

声越来越高涨。

在金融危机最严重的时刻，哥白尼就任了瓦尔米亚神甫会财产管理人的职务。哥白尼经常就神甫会的财政困难和其他问题同周围人交换意见，并设想摆脱货币困境的出路，为此，主教和神甫会曾要求他把自己的意见写成书面材料。哥白尼在1517年8月中旬在奥尔什丁写出了有关货币论文的纲要，题目叫《深思熟虑》。纲要里包含了后来他在长篇论著中的思想。这篇纲要受到人们赞赏，在普鲁士实行改革时，有关方面专门征求了哥白尼的意见。后来，哥白尼把这篇纲要稍加修改，译成了德文，以便使更多的市民了解这一问题。哥白尼为这篇德文译文取的题目是《造币方法》。

1522年3月下旬，货币改革正式列入普鲁士代表大会的议事日程。哥白尼参加了这次大会，并在大会上宣读了他写的《论货币的信誉》的论文。他在这篇论文中应用了自己的知识。哥白尼把货币看成是一种经济现象，按其含金或含银的数量来评论它的价值。按照哥白尼的理论，货币就是带标志的金或银，用它来抵偿被买卖的东西的价值。根据某个国家或某个经济者的规定把金银刻上标志加以使用，就成其为货币。为使金属成为货币，必须在上加印公章，公章如实地标出金属中金或银的含量，从而赢得公众的信赖。哥白尼认为，在铸

造货币时掺杂非贵金属是必要的，使得硬币具有持久性，同时也使非法熔铸活动受到限制。这种货币有着价值和信誉两个方面。货币的价值取决于其所含贵金属的数量和质量，也就是取决于贵金属在货币中所占的比重，这是货币的内在价值，正是这内在价值使货币成为商品，可以用它去换取其他商品。

哥白尼还认为货币信誉是指导货币的名义价值，也就是国家当局加盖的标志所标示的数额。哥白尼认为，良币的名义价值略高于它的实际价值，高出的部分相当于货币本身的生产成本。这个差额应该标示出来，“赋予物质以尊严。”哥白尼在论文中写道：“货币的大量复制特别容易使货币丧失信誉，这就是说如果大量银子转变成货币，那人们追求更多的将不是货币而是银子。那时货币就会失掉尊严，因为用货币已经无法买到相当于货币本身含量的金或银，而制造货币则会获得更大的好处。针对这种情况只有一个解决方法，那就是停止制造货币，直到货币自己使价格达到平衡，并使价格略高于银的价值为止。”

哥白尼的货币价值理论是先进的，远远超出了当时的理论水平。哥白尼谴责了骑士团普鲁士制造劣币和伪币的行为，由于劣币和伪币的流通使民众蒙受了很大经济损失。

当看到普鲁士货币不断造成危害的时候，哥白尼提出了劣币定律：“当原来比较好的货币在流通的时候，又发行新的低劣货币，那么这种劣币不仅会影响原来的良币，可以说，还会把良币驱逐出市场。”他又说，“当这种灾难触及货币，并通过货币触及整个国家的时候，只有金银匠人才能从国家的不幸中捞到好处……他们没有想到，货币的恶化是一切东西涨价的根源。因为价格，首先是金银的价格，是随着货币的情况在相应地上涨或跌落。货币的价值不是由紫铜或黄铜，而是由金或银的含量来决定的。金或银被认为是货币的基础，货币的全部价值都是以金或银为依据的。”

这种现象早在哥白尼之前就被人们认识到了，但哥白尼第一个发现了其中的经济规律。这种规律作为一种法则，在不足价货币出现并与良币同时流通时，就会自动起作用。长期以来，劣币驱逐的定律一直是以晚于哥白尼的一个人——格雷欣的名字来命名的，被称为“格雷欣定律”。只是到了上个世纪，人们才发现哥白尼关于货币的论著，于是这个劣币法则现在被称为：“哥白尼-格雷欣定律。”

国王的使臣们很尊重哥白尼的建议，但普鲁士各界担心会有风险，所以持保留态度。1522年5月，格但斯克的议员们接受了哥白尼的意见，建议创办一座普鲁



士造币厂，不盈利地铸造一种货币，然后停止使用旧货币。经过激烈辩论之后，普鲁士各界统一了意见。两年后，格但斯克开始发行新货币，因为它的含银量并未达到预定的数量，国王下令禁止格但斯克市议会继续发行货币，但这没有影响哥白尼继续探讨货币的改革方案。

哥白尼积极参加了 1528 年 5 月在马尔堡举行的王属普鲁士贵族代表大会。骑士团普鲁士的代表也参加了这次大会。委员会主要讨论了淘汰老货币的方法，以及按照国王指示铸造新货币的问题。经过一周的讨论达成协议，代表大会根据这一协议通过决定，希维德尼察的劣币暂时在普鲁士公国停止流通。7 月 22 日，哥白尼在这次会议上提出的最新改革方案：

——在“先进公民”中展开讨论，以便使他们在具有广泛代表性的大会上一致通过货币改革决定；

——取缔现有的各种造币厂，代之以一家造币厂为整个地区铸造货币；

——发布禁令，禁止在商业活动中使用老货币，并把它撤出流通领域；

——用每磅纯银铸造 20 个格利夫那等于 20 个格罗什（旨在使普鲁士货币同波兰货币相平衡）；

——确定发行货币的限额；

——同时发行所有类别的新货币。

哥白尼的方案表达了主张彻底进行货币改革的人们的愿望。

7月23日，国王的秘书德茨尤什介绍了一些货币改革方案，其中包括哥白尼的方案。普鲁士各界代表通过了有关造币章程的决议，哥白尼的关于统一全普鲁士货币制度的主张被采纳了，在托伦设立了一个既为王属普鲁士、又为普鲁士公国服务的造币厂。

1529年2月14日至17日，哥白尼参加了在埃尔布隆格举行的贵族代表大会，会上讨论了撤出旧劣币方式问题。为筹备改革紧张工作了14年之后，哥白尼亲眼看到了自己取得的胜利。

哥白尼撰写的关于货币问题的论文，表现了他对经济方面的兴趣和才能。哥白尼在意大利不仅学到了天文和艺术知识，也学到了先进的管理方法。这种管理方法对国家富强有着重要的作用，所以哥白尼特别重视货币问题。哥白尼认为，劣币会导致懒惰、消极和无所作为，而这种状况又会导致国家经济衰退。所以，哥白尼谴责懒散行为，并不是因为它违背教会的教导，而是因为有害于本国经济，是对自己国家的犯罪。哥白尼是一位非常勤奋的人，他不仅在科学领域同僵化的观点进

行斗争，而且把这一斗争扩展到社会生活和经济生活领域。他摈弃了中世纪经济自给自足，公开宣传经济发展最重要的条件之一是多边贸易，而不是自给自足。哥白尼不认为用自己的产品进行贸易有什么不好，而当时的贵族则认为这是有损人格的可耻行为。哥白尼虽然是一位神职人员和法律学者，但在经济研究中摆脱了宗教和法学观点的束缚和影响，他考虑的是广大社会阶层的经济利益，因此哥白尼是当时市民阶层利益的代言人。



第

一

章

伟

大

的

一

生

## 巨著问世

哥白尼很早就写出了《浅说》这个太阳中心说的提纲，大约在 1515 年才开始撰写他的主要著作《天体运行论》。这部巨著断断续续地写了 18 年，随后又进行了一些修改。天文学家和哥白尼的朋友们从《浅说》中得知哥白尼提出的崭新的论断，这个论断推翻了当时天文学的基础理论。哥白尼把科学同神秘的巫术区分开来。虽然哥白尼身居远离科学中心的弗龙堡，但他却对发生的各种科学事件了如指掌。许多朋友向他报告国外的重要科学发明和新出现的科学观点，还有不少学者经常请他对有关天文学的问题发表意见。

哥白尼的一个给国王当秘书的朋友瓦波夫斯基，以前在大学学法律，但业余爱好天文学，1524 年，他把扬·维尔纳在 1522 年发表的一本名为《论第八天体的运

动》的著作寄给哥白尼，请哥白尼对这本书发表意见。这本书在天文学界已经得到肯定。维尔纳曾是弗龙堡的神甫，在纽伦堡<sup>①</sup>成了比较知名的天文学家。哥白尼对维尔纳的著作有不同的看法，他发现维尔纳犯了许多错误，他的论断只能在天文学中引起混乱。1524年6月3日，哥白尼把自己的看法写成信寄给了瓦波夫斯基，信上详细列举了这位天文学家的失误，整个批评是根据正统科学提出的。这封信的主要内容如下：

“尊敬的克拉科夫教堂歌手和神甫、波兰国王陛下的秘书伯纳德·瓦波夫斯基先生，尊敬的阁下：

不久前，你——我最好的伯纳德把扬·维尔纳在纽伦堡出版的《论第八天体的运动》一书寄给我，说许多人赞扬这本书，你请我谈谈自己对这本书的看法。如果我能赞赏地和真诚地推崇它，那我大概会很乐意这样做，此外，我还会称颂作者的热情和所付出的努力。亚里士多德告诫人们，哲学家不仅应该感激那些说得对的人，也要感谢那些说得不对的人，因为已经得到证实的错误往往能给那些想沿正确道路前进的人带来不少好处……但为了使你了解我的意见，尊敬的阁下，我愿给

① 纽伦堡：德国的一座文化名城，当时新教势力很盛。

你一个笼统的回答。因为我发现，谩骂和指责是一回事，而吹吹拍拍和阿谀奉承则是另外一回事。我没有理由不满足你的愿望，也不能拒绝在你提出的问题上花费工夫和付出努力。为了不使人们说我对这个人批评得过分大胆，我努力尽可能清楚地说明，关于恒星运动他在哪些地方搞错了，他的论证的缺陷是什么，这对更准确地理解这方面的原则会有不少帮助。

首先，他把时间计算错了。他认为安东尼·庇护·奥古斯都二年克劳迪·托勒密把自己观察到的恒星写进星球目录时，是基督诞生后的150年；而实际上是139年……如果有谁怀疑，不想就此罢休，想纠正这一点的话，那他应该记住，时间是数字，是对天空旋转的度量……而度量则是靠互信赖性加以测定的，因为度量是相对的。既然托勒密的图表是根据他不久前的发现制定的，那就不可能设想，这个图表会同他当时的发现有什么偏差，或者同他的思想有什么差距，否则就不符合他所依据的那些原则了。另外一个不小于前一个的错误表现在他的指导思想……说托勒密之前400年恒星位置的变化仅仅是由均匀运动造成的。为了更清楚地说明这一点……我以为必须注意到，我们有些认识是同自然不相符合的，我们关于星球的认识就属此类，同实际情况刚好相反……关于第八天体的运动问题也是这样，由于

它的运动过于缓慢，古代天文学家未能向我们正确揭示它的运动规律。然而，想研究这种运动的人应该沿着古代天文学家的足迹，依据他们留给我们的那些发现继续进行考察。如果有谁不这样想，认为相信他们是不可思议的，那么这门科学的大门就会真的对他们紧紧关闭。在门前休息的时候，他便会病态地梦想出第八天体的运动情景来——于是就有了功劳，想通过贬低古代人来为自己的幻觉帮忙。众所周知，古人异常勤奋地、顺利和周密地观察了这一切，并给我们留下了许多杰出的和令人叹为观止的发现。所以我无论如何不能相信，像这位作者所估计的那样，古人在标示星球位置时会弄错四成、五成，乃至六成，关于这一点我们以后还要详谈。”

哥白尼通过这种方式表示了自己对低估和轻视古希腊学者成就的现象的愤慨。古希腊学者的发现随着时间的推移，已被人们遗忘。正是由于重温古代学者的著作，哥白尼才有了自己的发现。维尔纳对人类早期学者的轻蔑态度，伤害了哥白尼，所以哥白尼才如此尖锐地写道：

“现在我们来看一看，实际情况是否像作者所说，托勒密以前的400年恒星位置的变化仅仅是均匀运动造成的。他提出这一论点依据的是恒星在同等时间做单一

哥白尼和天体运行论

的均匀移动，也就是说直到阿里斯塔克和蒂莫哈雷斯时期，甚至到托勒密时期，每个世纪移动一度……不管怎么说，他作为如此高明的数学家却没有发现，下述情况无论如何是不可能的：在接近均衡点时……星球运动会比在其他任何地方显得更均匀，因为恰恰相反……那时星球的位置变化最大……于是他认为，这个计算结果有时少了，有时又多了同样的一个数量……这就好像说从雅典到泰贝的距离同泰贝到雅典的距离不一样。算到两个不同位置时，要么加上，要么减掉一个数……这样一来，两种情况的结果就都一样了……于是他便把自己的错误归咎于蒂莫哈雷斯，而托勒密则勉强幸免。然而，如果他认为那些人的发现是不能相信的，那么还剩下什么呢？难道连他自己的发现也不相信吗？……至于我自己如何看待恒星天球的运动，我感到这里不是过多谈论这个问题的时候。以后再找机会谈这个问题吧……尊敬的先生，愿你健康幸福！”

这封信首先在克拉科夫学术界引起轰动，随后它的复写件开始在欧洲流传，甚至哥白尼死后仍在流传。

哥白尼在摆脱了繁忙行政事务的晚年，能够安静地从事天文观测和研究。他同外部世界保持着联系，时常



有人来看他或给他写信。多年来他几乎每天都同朋友、神甫会的同事蒂德曼·吉斯真诚地交流观测结果，两人无所不谈。蒂德曼·吉斯把出版哥白尼的著作看成是自己的事情。甚至在哥白尼逝世后仍致力于朋友著作的出版工作，直到生命的最后一息。

哥白尼的朋友们在意大利高级教会人士中传播了哥白尼的理论和观点，想通过这种办法为哥白尼公布自己的学说铺平道路，从而使科学实现革命。正是由于他们的努力，方济会红衣主教尼古拉·申伯格对哥白尼的著作才发生了兴趣，他给哥白尼写了一封信，信中说：

“几年前我就听说了你的名字，关于你的天才整个舆论的看法是一致的，当时我对你产生了较大的好感，并向以你为主的人们表示祝贺，你像一朵鲜花一样在我们之中绽开。因为我知道，你不仅深谙古代数学家的发现，而且建立了一个新的宇宙理论。在这个新理论中你教导人们：大地在动；太阳是宇宙的根本，所以占有中心位置，八重天是不动的和永恒的；月亮连同它所在天层的各种因素位于火星和金星天层之间，每年绕太阳旋转一周……”

哥白尼的这部巨著差不多已经定稿，但他并不急于出版，因为这部著作是针对教会承认的最大权威的，这

样自然也就危及了正统的教会理论。在保守的知识界看来，日心说是宣传没有上帝的学说，所以哥白尼担心这部书被指控散布异端邪说，受到宗教法庭的审判。

《天体运行论》的手稿 10 多年一直放在哥白尼的住处。完成这部著作以后，哥白尼并未停止研究工作，这些观测进一步证实了他得出的结论。

哥白尼起初将这部著作分为 8 章，后来又分成 7 章，最后出版时是 6 章。他的手稿是用非常难辨认的各种符号的文字书写的，只有熟悉其中奥秘的天文学者和数学专家才能看懂。后来他才用比较易懂的方式编辑了用于出版的文本。这本书的序言是 1542 年哥白尼写给教皇保罗三世的一封信。他写这封信时，这本书已经交付印刷。在这封信里，哥白尼说明了自己的理论的实质及其产生的条件。因为哥白尼预见到自己的理论将引起科学革命，所以他寻求教皇庇护，以免自己的学说被指责为异端邪说。

在这里，有一个人值得一提，这就是哥白尼的女管家安娜·希林。安娜·希林出身于格但斯克一个富有家庭，父亲是首都克拉科夫著名的铸币家，母亲是一个博才多学的诗人。父母都是哥白尼的朋友。安娜在多才多艺的母亲的教导下，长成一个品行高洁、见识不凡的姑娘。她面容端庄，对于世俗的繁华生活非常厌恶。她的

母亲去世后，父亲带她到托伦去旅行，刚好哥白尼也回到故乡。她十分敬慕哥白尼的人品和才学。但是修士是不准结婚的，这使哥白尼十分苦恼。哥白尼劝告她说，她如果想嫁给他，就会受到教会的仇视和迫害，不如打消这种想法。安娜只能用当管家的办法来照料哥白尼，她当管家并不是出于物质利益考虑。哥白尼在自己的书和草稿的空边上经常画一些常春藤叶——希林家族的徽号，从这里可以看出他对安娜的感情。

当时有许多神甫不理睬教会的戒律，像哥白尼这样的具有自由思想的人，是不应该叫安娜失望的，但是哥白尼似乎有种预感，认定日后他逃不脱种种灾难，这样只会使她受累。安娜担任哥白尼的管家10年，无论是在精神还是在生活上都给哥白尼以巨大的关心和支持。

安娜在教会的干预下，最后离开了哥白尼。正当哥白尼感到非常苦闷的时候，出现了一个人，这个人在哥白尼生活的最后年代里成了哥白尼最忠实的学生和朋友。这个人毫不在意有关老师的传言。这个人就是纽伦堡大学的教授耶日·约阿希姆·冯·劳亨，又名雷蒂克。他对哥白尼的天才发现非常感兴趣，于是慕名来到弗龙堡。他在传播哥白尼学说方面起了相当大的作用。

雷蒂克发现哥白尼的著作有着巨大的科学价值。于是他们两人讨论出版这些著作。雷蒂克同别人一道说服

哥白尼把自己的著作公诸于世。起初，哥白尼只同意发表天文观测图表，后来才同意出版。

雷蒂克开始为出版哥白尼的著作做准备工作，1540年，雷蒂克出版了一本献给自己老师——纽伦堡的天文学家、星占学家和地理学家的书。这本书的书名为《致光荣的大师扬·绍内尔先生，一位年轻的数学爱好者谈托伦人、瓦尔米亚神甫、学识非常渊博的大师、杰出的数学家尼古拉·哥白尼博士先生有关旋转运动的几卷书，初讲》。在题目下刊印了一句希腊格言：“谁想研究哲学，谁就应是精神自由者。”在这篇《初讲》中，雷蒂克介绍了《天体运行论》的主要论点，强调了这些论点的新颖性。《初讲》介绍了《天体运行论》第一部分前10章的内容，其中记述了雷蒂克了解到的有关哥白尼生活的一些趣闻，以及有关出版哥白尼著作的客观条件。在这里学生对老师表示了最大的尊敬和崇拜，他把哥白尼称为自己的主人。雷蒂克在《初讲》中写道：“我希望你能相信，我介绍的这部著作的作者同列告蒙坦相比是不逊色的；但我更愿把他同托勒密相比，这倒不是因为我把托勒密看得比列告蒙坦高，而是因为我的导师同托勒密有共同之处，即借助上帝的恩赐对天文学实行预定的改革……几乎有40年的时间，他在意大利和瓦尔米亚观测了日食和太阳运动情况……我的导师、

博士先生起码是不比托勒密逊色……因为他发现，托勒密观测太阳和月亮的运行情况是非常认真的……为此，我的导师、博士先生的天文学说可能被正确地称为永久性的学说，这个学说已经被以前各世纪的观察所证实，毫无疑问，也将被后代的发现所肯定。”雷蒂克在自己的《初讲》中讲述了“导师、博士先生”的著作的各章内容。在正文的结尾处他写道：“真理必胜！勇敢必胜！让科学永远受到尊重吧！愿每一位大师都在自己的艺术中揭示出一些有益的东西，并且逐步把它展示出来，以便使人们随时可以看到：他探索的仅仅是真理。我的导师任何时候都不惧怕那些值得尊重的学者们的评论，相反，他很乐意倾听这种评论。”不用说，雷蒂克是第一位发现哥白尼学说对科学发展具有划时代意义的学者。他写《初讲》时的一个想法是：要为哥白尼的事业争取支持，而不是去伤害任何人。他要争取的对象主要是人文主义者。因为哥白尼推翻了托勒密和许多其他古代学者的基本论点，揭示了另外一些被遗忘的学者的正确观点，这在当时是很危险的。他有可能被那些敏感的崇拜古代学者、哲学家的人文主义者看成是反人文主义者。雷蒂克想事先排除这种可能性，所以他特别强调了哥白尼同古代科学的联系，并且指出，“博士先生”正在发展古代学者的思想和修正他们的错误。

雷蒂克《初讲》的出版成了科学生活中的一个重要事件，引起天文学家、数学家、哲学家的极大兴趣，这本书很快再版，哥白尼名扬四方。

与此同时，一些人针对哥白尼的理论编演了喜剧进行讽刺和嘲笑，影射哥白尼，这些剧目深深地刺痛了哥白尼。

雷蒂克通过在科学界和政界的名人散发介绍哥白尼学说的《初讲》，并对别人的讽刺进行了针锋相对的斗争。蒂德曼·吉斯主教还把一本《初讲》寄给了普鲁士大公阿尔布雷希特，同时附了一封雷蒂克写给他的推荐信。雷蒂克利用在克鲁莱维茨逗留的机会宣传哥白尼学说。他还成功地说服阿尔布雷希特大公给德国学者和出版商写了几封推荐信。由于《初讲》的影响，好几位出版商提出愿意出版哥白尼的著作，其中有一位叫扬·佩特赖乌斯的给雷蒂克写了一封热情洋溢的信，信中对雷蒂克的智慧和强烈的求知欲加以赞扬，他希望雷蒂克劝哥白尼把自己的著作交给他出版。在这时，出版商奥塞安德尔（1498~1552）从纽伦堡回了信，表示同意出版哥白尼的著作，但有一个条件，要在哥白尼著作的序言里写明：哥白尼的观点是未经证明的论断，只是假设，全部理论都是假设。奥塞安德尔想借助这种办法缓和逍遥派哲学家和神学家们的反对。奥塞安德尔写给雷蒂克

的信里也提出了类似的建议。

在瓦尔米亚和普鲁士呆了两年多以后，雷蒂克于1541年初秋返回威丁堡。

雷蒂克怀着希望回到威丁堡后，曾相信老师的学说不久就会传遍全世界，然而，出乎意料，他发现人们对他在《初讲》中所阐述的思想未表现出热情，有时甚至是持敌视态度。

威丁堡知识界对雷蒂克宣传的哥白尼学说不以为然，并没使雷蒂克气馁。当他明白在威丁堡无法出版老师的主要著作的时候，便毅然离开威丁堡，到了纽伦堡，然而，在那里同样感到失望，因为绍内尔也不支持哥白尼，甚至怀疑哥白尼抄袭了他出版的列告蒙坦的《三角学》的内容。绍内尔对雷蒂克也不满意。在这种情况下，雷蒂克不再指望绍内尔会帮他联系出版事宜，两位学者之间的友谊宣告结束。

最后，雷蒂克把哥白尼的手稿交给了纽伦堡的出版商扬·佩特赖乌斯，开始筹备印刷，他在纽伦堡只作了短暂停留，然后回到莱比锡去了，他在莱比锡很有名气的大学担任教授。当他在1542年7月再返回纽伦堡的时候，发现出了问题，但要改正已经为时过晚，出版哥白尼的著作是由安德烈·奥塞安德尔直接负责的，哥白尼曾经拒绝了他的建议，但这次，奥塞安德尔利用雷蒂

哥白尼和天体运行论

克不在场，不顾哥白尼的反对，按自己的意见篡改了哥白尼的原作。首先，他把书名《运行》改为《天体运行论》，同时用《谈谈本书的假设》的序言取代了哥白尼致教皇保罗三世的一封信。奥塞安德尔篡改了哥白尼的思想。把哥白尼的论断说成是虚无的假设，与事实毫无共同之处，并对之任意加以批判。他在序言中写道：“没必要让这些假设都是事实或者接近事实，只要它们如实地反映了观测结果就行了。只有对几何学和光学缺乏了解的人才会认为金星本轮是可信的……在这部学说中，还有其他一些同样荒谬的东西，这里就没必要去细说了。因为十分明显的是，这部学说完全或者根本就不知道运动表面平衡的原因……为此我们可以说，旧学说中的这些新假设，丝毫不比旧的更可信；相反它们是令人惊奇的和粗浅的……”

将近 70 岁的哥白尼得了一种致命的疾病。备受折磨，处于瘫痪和绝望中的哥白尼在雷蒂克赠给他的一本书上写下了这样的几句话：“生命的短暂、思想的迟钝、麻木的粗心和徒劳的忙碌使我们无法获得更多的知识。而我们所知道的东西，随着时间的流逝也逐渐忘却了……多么可憎和可怖的忘性呵！”作为一位医生，哥白尼知道自己的病好不了，于是便决定把自己的神甫职位交给外甥扬·洛伊特施。



1543年5月24日，哥白尼死于脑溢血和右半身瘫痪。哥白尼去世的时候，吉斯不在身边。那天，历经挫折的著作终于出版了，他在生命的最后一天用冰冷的手捧着自己的著作闭上了眼睛。

哥白尼生前把自己收藏的大约40本书送给了神甫会图书馆；医学书交给了利兹巴克的主教图书馆，死后被安葬在弗龙堡的大教堂里。

哥白尼在世时以及他去世以后的几十年中，他的学说只有为数不多的拥护者。虽然他的成就和计算结果已被别人采用，但他的日心说却没有得到承认。



## 迟到的荣誉

哥白尼的理论当时并未引起人们的重视，但他编制的天文图表和所做的计算已经被采用。1581年克罗默主教出资在弗龙堡大教堂为哥白尼建造了一块纪念碑，哥白尼的信仰者不断地到弗龙堡参观和吊唁，一些弗龙堡神甫会成员为怀念哥白尼，开始收集和保护哥白尼遗留下来的一些可资纪念的文物。

哥白尼最早的崇拜者之一是丹麦学者第谷·布拉赫（1546~1601），他在1584年派学生到弗龙堡，在那里考察验证哥白尼做过的一些计算，并收集有关哥白尼的文物。他曾经写诗赞颂哥白尼，并且在自己的观测站里挂上了哥白尼的画像。他对哥白尼的理论虽然不完全赞成，但他促进了哥白尼学说的推广。对哥白尼理论有着充分理解的是德国学者约翰尼斯·开普勒，他得到了一

本未经篡改的《运行》原著以及奥塞安德尔写给哥白尼和雷蒂克的信件。开普勒不仅理解哥白尼的理论，而且又把它向前推进了一步，他发现并解释了地球的第三种运动。同一时期，伽利略在意大利也在从事天文研究，他为哥白尼的理论找到了无可辩驳的论据。1597年，伽利略给开普勒写了一封信，信中说：“我接受哥白尼的理论已经许多年了，并提出书面论据批驳了反对哥白尼理论的人。但我未敢把它们公开发表，我被哥白尼的遭遇吓住了。哥白尼虽然赢得了几位不朽思想家的赞同，但在人们的眼中（人们之中总有许多蠢人），他却成了嘲笑的对象。如果大多数人都能像你这样的话，那我也就有勇气发表我的看法了。”

伽利略开始公开宣传哥白尼的学说和自己的发现以后，尽管有几位数学家和后来的教皇乌尔本八世承认他有道理，但最终他还是受到宗教法庭的审判，迫使他放弃自己的观点，而年轻的学者布鲁诺因为信仰哥白尼的学说被活活烧死。

在波兰首都克拉科夫，人们没有忘记哥白尼。克拉科夫大学的教授扬·布罗热克沿着哥白尼的足迹经过托伦来到了瓦尔米亚。他收集了哥白尼遗留下的种种纪念物，其中有哥白尼写的几本书和他的部分信件。布罗热克在弗龙堡发现了一部献给哥白尼的诗作，名为《七颗

星》，后来布罗热克把它公开发表了。他对哥白尼多才艺非常钦佩，便散布了一个传说，说哥白尼建设了一条运河和自来水设施。当有人指责哥白尼的学说是邪说时，布罗热克积极地捍卫了哥白尼学说。

16 世纪下半叶，教会把布鲁诺的宣传看成巨大危险，开始是对哥白尼理论的信仰者进行迫害，过了一段时间，哥白尼的著作也成了迫害对象。1616 年 3 月 5 日，负责禁书事务的圣主教会议对哥白尼的著作做了以下结论：“主教会议获悉，尼古拉·哥白尼在《天体运行论》中提出的关于地球运动和太阳体系的、违背圣经的、毕达哥拉斯信徒式的伪学说已经传播开来，并且已被许多人所接受……为此，主教会议认为，为了不使这种学说进一步蔓延，危害天主教真理，有必要对其加以禁止……直到它得到修正为止。”教会通过这种方法遏止了哥白尼学说的传播，但并没有推翻它。此后，哥白尼学说逐渐赢得人们的信任，人们在天文观测和研究工作中取得的进展，迫使教会不得不在 300 年之后最终把《天体运行论》一书排除在禁书之外。1822 年 9 月 25 日，教皇庇护七世批准颁布一个教令，其中说道：“那些讨论地球运转和太阳静止不动的著作，根据目前天文学家们的一致意见，准予印行。”

尽管有教会的禁令，人们仍然秘密地传阅着哥白尼

的著作。在他的祖国，人们从未把他遗忘。18 世纪末在波兰，哥白尼成了知识界爱国学者的象征，人们把他作为伟大的波兰人加以纪念。1781 年，扬·希尼亚德茨基发表了颂扬哥白尼的演讲，几年后又发表了一篇宣传哥白尼的学术论文，这篇论文被许多国家翻译出版。

1854 年，在哥白尼诞辰 400 周年的时候，波兰首次在华沙<sup>①</sup> 出版了哥白尼的著作。这是第四次出版他的著作。这个波兰文版附有原拉丁文书名、雷蒂克的《初讲》、哥白尼关于货币的论文及其他一些短小的文章。译者将奥塞安德尔歪曲和篡改的内容从哥白尼的著作中剔除后，人们才真正看到哥白尼当初的原著。这份手稿目前收藏在雅盖隆图书馆里。

---

① 华沙：从 11 世纪到 16 世纪末，波兰首都为克拉科夫，1596 年华沙成为首都。

## 第二章 划时代的巨著 ——《天体运行论》

### 古代天文学和地心说的形成

繁星点点的天空，总是带给人们无限的遐想。在以采集和挖掘为生的原始社会，人们为了寻找食物和抵御野兽的侵袭，消耗了许多精力。那时昼夜寒暑的变化，只被当成一种令人生畏的自然现象，人们无法解释产生

这种现象的原因。

在人类社会进入狩猎和游牧时代后，社会生产实践向人们提出了较高的要求，首先要求人们辨认方向和寻找水源，随后出现了原始人类的物质交换，出现了简单的计数和计时概念。人们在长期的实践中逐渐意识到，天象的种种变化和人类的生产活动有着十分密切的关系。不仅起居饮食、播种耕耘，需要按着“天时”变化来安排，就是水上行舟、绿洲放牧，也需要根据星星在天空中的位置来判断方向。

在实践中，人类的祖先积累了丰富多彩的天文知识。

他们知道，太阳有升有落；月亮时盈时缺；日、月有其运行的规律。冬来春去，四季往复，同太阳在恒星群中的运动有关。人们在观测天空时，发现有一种星同太阳、月亮一样，按着某种特有的规律，缓慢地穿越星群。它光芒四射，显得非常娴静。这是最早的天空探索者——古代草原牧人注意到的，它们被称为行星，希腊语原意是“流浪者”。行星的数目，肉眼能见的只有寥寥五颗，就是人们常说的金星、木星、水星、火星和土星。这几颗行星在整个天文史上占有着十分重要的地位。人类正是从行星神秘运动的蛛丝马迹中经过漫长的探索，才逐渐寻得宇宙结构的真面目。

行星的光辉和神秘行踪，使古人感到迷惑不解，他们把它们当作神灵崇敬。

人们知道行星同太阳和月亮一起，走的是同一条“空中大道”（即黄道带），所以把五大行星同日、月并提，号称“七曜”，即 7 颗明亮且移动的天体。以 7 天为一星期的计时方法源出于此，7 天的定名就是根据这七个天体来的。

在中国古代，人们早就根据黄昏时星宿的出现来确定季节，中国上古时代的《尚书·尧典》中就记载过在南方的天空分别看到鸟、火、虚、昂等四宿的出现，以此为根据就可以确定仲春、仲夏、仲秋、仲冬这 4 个季节。在古埃及，农业生产与尼罗河泛滥有密切关系，他们发现，当太阳和天狼星同时出现在地平线的时候，过两个月，尼罗河水就开始泛滥。因此，古埃及人把太阳和天狼星同时升起的日子定为一年之始。生活在地球各地的人们，都有他们独特的研究天象的方法。通过天长日久的观察和记录，人们逐步地掌握了太阳、月亮这两个最明亮的天体的运行规律，并根据这种运行规律，制定了最早的历法。

随着天文学的诞生和发展，伪科学占星术也在人们中流传着。他们以为：日月的运行决定农事，而行星的运动决定其他天象的变化。因此，他们在观察天象的时



候，十分细心地观察行星的运动、彗星的出现以及日食、月食等天文现象，并且凭借想象，把一些偶然的现象和事件联系起来，根据这种天象的变幻来猜度人事的变化。例如，他们常常把月食和彗星的出现当作战争与灾祸的不祥之兆。占星术的出现和盛行，起到完全相反的作用。一方面，由于占星术是伪科学，在政治上，它对人们起到一种欺骗和麻痹的作用；在科学上，它以神的意志来解释天体的运动规律，禁锢人们的思想，所以它是落后的、反动的。但从客观来说，由于占星术又促使人们不断去研究和观测天象，寻找异常天象的出现和预报五星的运动方位，这就促进了人们对恒星方位的观测和五星运动周期的研究。所以占星术一直存在，只是随着天文学的不断进步，越来越成为科学发展的阻力了。

随着天文知识的不断丰富，人们逐渐形成了“宇宙”的观念。关于宇宙，远在古代，人们就有过许多想法。他们以为大地是一块平板，四周有水环绕；蓝色的天穹，有4根天柱支撑，覆盖在大地之上。但是在对太阳、月亮和行星的运动规律有了进一步了解之后，人们对宇宙的认识也有了发展。他们开始认为，宇宙像一个巨大的圆球，而地面则像一块平板，向四面八方伸展出去，和天球相交于一个大圆的“地平”之上。人们站在

地面上观察天空，只能看到天球的一半，它的另外一半则在人们脚下，被地面遮掩。恒星像明亮的钻石，固定不动地嵌在天球的表面上。整个天体嵌着这些星星，绕着一根天轴，环绕着地面，由东向西转动。太阳、月亮和行星，则在天球上面缓慢地穿越由恒星构成的星群，沿着一定的轨道，由西向东运动。太阳行走的轨道叫做“黄道”。行星的运动规律比较特殊，好像是在黄道附近转来转去。

古代的人们对天文看法就是这样的。虽然这种认识带有一些朴素的猜测，但这已是一个很大的进步了。

古希腊是西方文化发展的摇篮，西方古典天文学体系是在希腊形成的。古希腊曾出现过许多著名的天文学家和天文学派。古希腊人创造了高度发展的古代文化，在文学、艺术、哲学、自然科学等方面都取得了卓越的成就。

古希腊的唯物主义哲学和辩证法也是在这个时期产生的。古希腊唯物主义哲学家用自己的眼睛去观察自然，他们发现自然界的一切事物都在永恒地、无休止地运行和变化着。但是，所有这些事物的本原是什么？它们运动和变化的原因又在哪里？古希腊的唯物主义哲学家第一次对这些问题作出了朴素的唯物主义和辩证法的解答。他们认为，世界万物都是由物质构成的，而不是

神的创造。对于万物本原的认识，有人认为是水，有人认为是火，有人认为是气，有人则认为世界的本原就是“物质本身”。这种“物质本身”漫无边际，不生不灭，运动不息，从一种状态向另一种状态转化。对天、地的认识，希腊人认为：宇宙的范围无比广阔，大地不过是沧海一粟。大地位于宇宙中央，它不是浮在水上，也不靠别的什么东西支撑，而是直接飘浮在太空之中。

希腊学者欧多克斯大概是最早试图用几何方法解释行星运动的人。他设想地球是万物的中心，日、月、行星都在同心的透明球体上绕地球转动。每个行星附在一层天球的表面上，这个球绕轴均匀转动；轴的两端固定在另一层较大的球面上。当内球绕轴均匀转动时，轴本身则被外球带动做均匀转动，外球的轴又可以被另外一个更大的外球带动，最后全部行星球层都被恒星天球带动，每一个球层说明一种特殊运动。欧多克斯设计的模型成了引导后世天文学家制定更周密的地心宇宙体系的基础。

古希腊最著名的哲学家亚里士多德（公元前 384～前 322）在欧多克斯模型的基础上创立了自己的学说。欧多克斯的天球不是什么实有的东西，只不过是说明那时所知的天体视运动而设计的一种几何结构。亚里士多德认为运动的天球是物质的实体，一个个都是透明

的“水晶球”。亚里士多德设想，宇宙边缘有一层“原动天”（或叫不动的推动者），统率整个宇宙，推动恒星天球自东向西做周日运转，恒星天球和每一层天球都把这种运动传给它正面的一层天球，使所有天球和球层上所载的天体都随着它做周日运转。每一层天球又都有一个次一级的推动者，执掌各球层的特殊运动。推动者具有灵性，它和天体的关系犹如灵魂和躯体的关系。行星的推动者和原动天的作用相反，各个行星都有同周日运动相反的自西向东的运动。

亚里士多德还在天与地之间划上一条鸿沟，认为天体和地球是由迥然不同的材料构成。地球上的物质是由土、水、气和火4种元素组成，天体则是由第五种圣洁的元素“精英”组成，它们比地球上的物体要高贵和完善，因而它们的运动也是最完美的匀速圆周运动。天体永远固定在各自的天球上。地上物体则不然，一旦离开原位，就要争取回去：气元素和火元素要上升，土元素和水元素要往下落。总之，天“尊”地“卑”，天地是永恒不朽的，地上的物体是有生有灭和不断变幻的。

亚里士多德认为，运动着的恒星天层进一步带动处在其余各个天层里的五大行星、太阳和月亮运动。而凡人所居住的地球则巍然不动地居于宇宙的中央，是宇宙

的绝对中心。

他的“地球中心说”的宇宙观念，在本质上是唯心的、荒谬的。但在那个时代，这样的观念既说明了一些表面现象，又比较合奴隶主阶级的胃口，符合奴隶主阶级“天尊地卑”的思想。所以在奴隶社会里，亚里士多德的宇宙观念一直占着绝对的统治地位。

几何学的兴起和发展为天文学的研究提供了重要的工具。几何学原本是在埃及发源的，随着希腊文化与埃及文化的交融，几何学也不断发展起来。希腊人把古代埃及的这门学科吸取过来，加上自己的经验，把它进一步抽象和提高，将几何学发展成为一门科学。

由于几何学推理严密，古希腊一些唯心主义哲学家认为几何学所研究的一些要素就是万物的本原，并以这种说法来反对唯物主义的原子论。

亚里士多德以后，希腊数学家欧几里得（约公元前330～前275）在《几何原本》中建立起了一个系统的演绎体系，为天文观测和计算提供了有力的数学工具。欧几里得之后的另一个数学家阿波罗尼（约公元前260～前200）在研究圆锥曲线的基础上，最先提出了本轮和均轮的学说。本轮和均轮学说是一种用以解释天体运动的以圆周运动为基础的几何结构。他认为，每个行星都沿着一个叫本轮的较小的圆周匀速运动；本轮的

第

二

章

划

时

代

的

巨

著

《

天

体

运

行

论

》



中心又沿着一个大的圆周绕地球匀速运动，这个大圆周叫均轮。行星沿本轮运动的周期是一年；本轮中心沿均轮运动一周所需的时间等于各该行星的恒星周期，如火星约 2 年，木星 12 年，土星 30 年。金星和水星是例外，它们是太阳的一双伴侣。

这种假设，能够说明行星与地球的距离有相当大的变化，当它们在接近地球时，行星在本轮上运动的方向与本轮中心在均轮上运行的方向相反，再假定其速度又大过后者，这时从地球上看来，行星便成了逆行。如图 1：

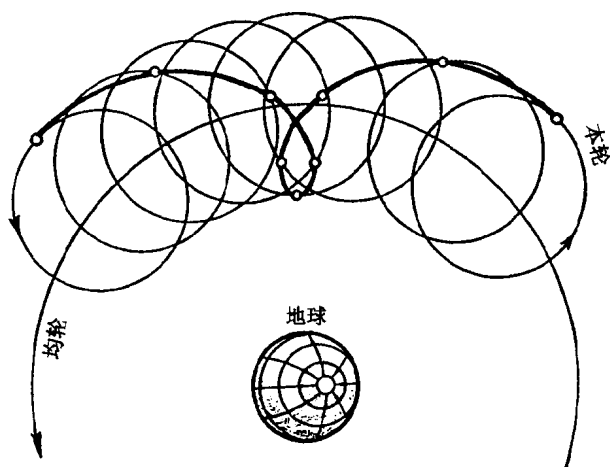


图 1 本轮和均轮

古代学者根据他们的直接观测，臆造出这些本轮和

均轮的相对大小以及两者的平面交角。在那个时候，观测不可能周密的情况下，这个解释比较好地符合观测事实，还可以根据它来预测行星的未来位置。

阿波罗尼之后的另一个天文学家希帕克（约公元前160～前120）继承和发展了本轮和均轮学说。他用一个固定的偏心圆轨道解释太阳的视运动，用另一个移动的偏心圆轨道解释月球的运动，而行星的运动则以各自的本轮-均轮系统来解释。这样，由阿波罗尼最先提出的本轮-均轮体系，就被希帕克较好地用以解释了人类所观察到的天体视运动现象。可见，到了古希腊后期，地心体系的理论模式和几何结构，实际上已经建立起来。

随着天文学的理论和实践的不断发展，到公元2世纪，希腊亚历山大城的天文学家托勒密（约公元90～168），全面、系统地总结了以往天文学在实践上和理论上的成就，从感觉经验出发，创立了以“地球中心说”的宇宙观念为基础的天文学理论体系。

托勒密设想宇宙有“九重天”，即九个运转着的同心的晶莹球壳。最低的一重天是月球天，其次是水星天和金星天；太阳居于第四重天球上，它是宇宙的主宰，世界的灵魂，以它巨大的光辉煌亮宇宙；第五到第七重天依次是火星天、木星天和土星天；第八重天是恒星

天，全部恒星像宝石一般，镶嵌在这层天界上；在恒星天之上，还有一重最高天，即原动天，那里是神灵居住的天堂。每一层球壳都很厚，足以容纳全部本轮，而且一个连接一个，一个天体离开地球最远的地方，就是它上面一个天体最接近地球时的距离。全部球层受原动天推动，自东向西环绕作周日旋转；除恒星天外，其余七重天又都有各自的与周日旋转相反的运动，周期从月亮的一月、太阳的一年……到土星的 30 年。地球坐落在宇宙中心，远离诸天，岿然不动，一切重物都被吸引到地上来。日月星辰之所以不趋于向宇宙中心，是因为它们都被固定在各自的天球上。

托勒密采用阿波罗尼的本轮和希帕克的偏心圆来解释行星和太阳的运行。

由于观测越来越精密及观测数据的积累，所发现的行星不规则运动就越来越复杂。为了说明这种复杂运动，托勒密除了假设地球偏在均轮中心的一边以外，同时还设想本轮的中心沿着均轮的运动也是不均匀的。他另外又引入一个叫做“等点”的概念，等点与本轮中心的距离等于地球至均轮中心的距离，但方向相反。假设本轮中心的运动从等点看是等速的，这样既维护了天体等速圆周运动的庄严及和谐，又尽可能地将理论推得的运动轨迹符合观测的结果。如图 2：





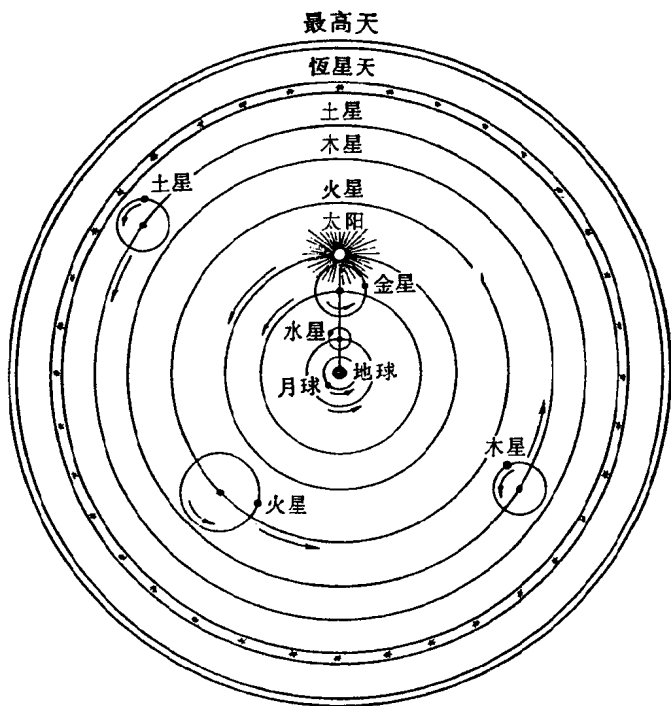


图2 托勒密宇宙体系

地球居于宇宙中心、静止不动，是托勒密体系的骨架。在这个大前提下，他以本轮、偏心圆和等距离偏心点等等先验方法来解释天体的复杂运动。

其实托勒密的地心说中有许多疑点不能自圆其说，如既然行星都环绕地球运行，为什么这两颗行星却老是

跟着太阳？很显然这是由于它们同太阳有某种“不解之缘”，托勒密只好假定这一双太阳伴侣的本轮中心总是共同处在日地连线上。按照本轮和均轮的匀速圆周运动推算，太阳、月亮和行星就会做出不规则的运动，特别是行星会“兜圈子”。但托勒密坚决维护他的地心体系，抱残守缺。

亚里士多德的唯心主义先验论的影响以及托勒密的各种解说，大大地巩固了“地球中心说”的统治地位，一直到哥白尼为止，天文学的理论几乎完全被“地球中心论”所统治，在 14 个世纪当中，天文学在理论上没有取得多大进展。

在地心天动理论形成和发展的过程中，也陆续有人提出相反见解——日心地动说。

古希腊早期的唯物主义哲学家中有人就提出过运动的主张。数学家毕达哥拉斯（公元前 580～前 500）学派的代表之一斐洛拉依（公元前 5 世纪末），就认为宇宙中心是火，地球及其他天体环绕着这个“宙斯的炉灶”转动。亚里士多德之后的另一个希腊哲学家阿利斯塔克（约公元前 310～前 230）提出了更明确的地动见解。他论证出太阳直径与地球直径之比为 19:3，所以太阳体积应为地球体积的 200～350 倍，地球不再是宇宙间独占鳌头的庞然大物。他又认为地球每天绕轴自转

一周，每年沿圆周绕太阳一周；太阳与恒星都是不动的，而行星则以太阳为中心沿圆周运动。他还认为地球的运动不能使恒星的视位置产生显著变化，这意味着恒星的距离比起太阳来是无可比拟的遥远。

但在那个年代，由于生产水平的限制，“地球中心说”似乎更合乎人们的直观感觉，所以，这些正确的观念虽然被提出来，但是并没有引起人们普遍的重视，再加上亚里士多德的唯心主义宇宙观占统治地位，这些提法一直没被人们接受。

托勒密知道有人提出过“地球运动”的观念，但他却依据所谓物理学上的理由，坚决反对地球运动的观点。他认为，如果地球以很快的速度在运动，那么“就不可能看见有向东移动的云彩以及飞翔之物或被抛向天空之物了。由于地球在向东推动时，总是跑在它们前面，因而其他一切东西看来都会被甩在地球后面而向西移动。”地球如果以极大的速度在转动，那末地球上的所有物体都会因为受离心力的作用向外飞散，整个地球就有崩溃的危险。

虽然亚里士多德和托勒密的地心宇宙体系在现代人看来是荒谬的，但在当时却令人信服，它能相对顺利地解释天文现象，指导后来的天文学家进行工作。应该承认亚里士多德-托勒密体系在当时是代表人类认识宇宙

的一个历史阶段，但由于中世纪黑暗而漫长的神权统治，这个很不完善的体系竟在天文界独霸了 1000 多年，没有人敢做修改和否定。



哥

白

尼

和

《

天

体

运

行

论

》

## 中世纪欧洲灰暗的天空

罗马帝国由于奴隶革命和外来者的入侵，在公元395年分裂为东西两部分。5世纪末，西罗马帝国由于日耳曼人的侵袭，终于灭亡；东罗马帝国则形成拜占廷帝国，又存在了数个世纪。外族的侵略，长期的战争，使古代的文明遭到了极大的破坏。古代科学和文化的成果大部分被毁坏或遗失。从罗马城被野蛮的日耳曼人攻陷（公元455年）时起到11世纪时，这个时期被称为欧洲的黑暗时代，天主教思想代替了文化和科学而取得支配地位。

欧洲科学文化的衰退，是野蛮民族入侵及教会对科学的敌视引起的。由于野蛮民族的入侵，古代希腊和罗马的文化中心受到毁灭。在罗马帝国衰败的同时，基督教在欧洲兴起，得到广泛的传播，并与政权相结合，成

为统治的宗教。

基督教的思想代替了古代科学文化的成就而传播开来。圣经和教会诠释圣经教义的文章，是关于宇宙构造知识的惟一合法的文献。以罗马教皇为首的天主教会势力十分强大，神权赛过君权，渐渐地凌驾于世俗国家权力之上，成了中世纪欧洲的实际统治者——一切反动势力的总代表。

在整个基督教所控制的地区，都不允许进行自然科学的研究，也没有科学存在的场所。教会的清规戒律，成为对人们滥用刑讯和火刑的宗教裁判所的依据。教会的神甫们宣告，为了灵魂得救，要抛弃尘世财物，全力崇拜上帝。

基督教的宇宙学回复到以圣经神话为根据的概念，认为大地是平面的，空间和时间上有限的宇宙，是从虚无中创造出来的。天上的事物与地上事物是根本不同的。他们对宇宙的看法甚至比希腊人还要落后，连地球是圆的都不承认。他们认为，一个类似于长方形箱子的东西，它的底边是大地，盖子是天空。大地上分为有人居住和无人居住的部分，彼此被海水隔开。有人类居住的北部，有高山耸立着，太阳落到山的后面，就是黑夜降临；转过北面的高山，又从东面升起，便是白天的开始。其他天体则是靠天使的帮助才沿着静止的天空移动

着。在天空的上方是天海，在天海的更上方则是天国。这种荒谬的理论，在好几个世纪当中被基督教的神甫们用以反对较先进的宇宙概念。

基督教的神甫们曾讽刺地球是球形的理论，他们说：“难道真有这样的疯子，竟会认为有头朝下，脚朝上走路的人，竟会认为花草和树木从上向下生长，而雨和雹子从下向上降落吗？”基督教黑暗笼罩西方世界达12个世纪之久。

中世纪末期，手工业的发展对生产技术提出了革新  
的要求。11~12世纪以后，西欧出现了早期的技术革命，有力地刺激了实验科学的兴起和发展。

水轮、纺车、水平织布机、漂洗机以及水力推动的鼓风器和锻铁锤等机械的革新和发明，使人们在生产实践中获得和积累了丰富的力学知识。12世纪以后，中国的火药、指南针、造纸和印刷等先进技术，通过阿拉伯国家先后传入西欧，有力地促进了西欧各国科学技术的发展。

在思想文化领域，资产阶级思想家为了与千百年来禁锢人们思想的天主教神学相对抗，求助于古希腊、罗马的亡灵，竭力歌颂反映奴隶主民主政治和奴隶制商品经济的古典文化，掀起研究古典学术的热潮，发掘和利用古典文化艺术领域中与封建意识形态相对立的积极因

素，从语言到艺术形式，表现出某种“复古”的倾向，历史上称之为“文艺复兴”。

在这个历史时期内，观测天文学也取得了很大的发展。在德意志形成了一个以普尔巴赫和列告蒙坦为代表的新的天文学派别，并在纽伦堡和它的姊妹城市阿格斯堡形成了一个规模巨大的天文学仪器制造中心。大批技术高超的手艺人在这生产着大量的星盘、日晷、子午仪、象限仪、春分仪、屈光仪、浑天仪等天文学仪器，源源不断地供应天文学研究的需要。仪器制造业的发展，为观察天文学的发展创造了十分有利的条件。

商业交易在发展，与此相关联的就是促使人们寻找新的市场，寻找掠夺财富的地区。在此期间，海上交通较为发达。商人们为了在远洋航程中确定船只的位置，校正船只的航向，就必须更加准确地测定星星在天空中的方位。

由于航海事业的需要，欧洲中世纪的第一份星表终于在西班牙国王阿尔丰索领导下于 1252 年完成了。后来这份星表在欧洲流传很广，在 200 年中，它几乎满足了一切欧洲国家的需要。

在中世纪末期欧洲的科学技术虽然取得了很大的进步，但在学术领域却还是相当落后的。教会垄断学术的局面还没有从根本上改变。



其实，早期的基督教与地心说并没有什么联系。在基督教产生的公元1世纪，基督教还没有什么系统的教义，当然也没有什么系统的自然观。到了古希腊科学逐渐复兴时，亚里士多德-托勒密的地心说也随之复兴。在新兴的城市里，出现了世俗的大学，教育从修道院的控制下解放出来。古希腊经典的阿拉伯文译本和评注本，也通过西班牙传入西欧。希腊人在自然科学方面的成就令人感到惊讶。许多古希腊和阿拉伯的自然科学知识在那时传入西欧，特别是亚里士多德的自然哲学、盖伦的医学和托勒密的天文学，对西欧产生了极大的影响，对于宗教神学也是一个很大的冲击，因为古希腊的许多哲学和科学思想，同基督教的教义明显抵触。亚里士多德否认上帝的自由意志，也否认个人的灵魂不朽。他认为宇宙在时间上是无限的，从而也否认了上帝创造世纪的宗教观念，他的这些思想观念是基督教神学家根本无法接受的。

阿拉伯哲学家阿威罗依对亚里士多德学说的评注本，更遭到了宗教和神学家们的激烈反对。他以亚里士多德的学说为依据，绝对摒弃关于来世生活、关于上帝创造天地的宗教观念。他认为，上帝只能照着亚里士多德的学说办事。这种不信上帝的态度，受到了教会的断然谴责。

第

二

章

划

时

代

的

巨

著

《

天

体

运

行

论

》

由于基督教无法抵御古希腊科学文化复兴的洪流，因此罗马教皇格列戈里九世在 1231 年发布诏令，责成神学家改造和吸收古希腊的哲学与科学理论，建立起新的神学理论体系。正是在这一背景下，神学家托马斯·阿奎那适应了基督教的这一需要，并因此成为新的基督教神学——正统经院哲学的重要代表人物。

亚里士多德-托勒密体系在亚里士多德那里已具有一定的神学目的理论色彩，所以托马斯·阿奎那只要稍稍进行一些理论加工，就把亚里士多德-托勒密的地心体系改造为基督教神学的天体观。阿奎那宣称，地球是上帝选择的宇宙中心；日、月、行星在不同的天层上环绕这个中心运转，推动日、月、行星运转的是居住在这些不同的天层上的天使，而上帝则居住在最高的原动力天层上统治着整个宇宙。运用地心体系，阿奎那还对上帝的存在进行了论证。他证明上帝存在的第一条论证是天球的运动需要有一个原动者，这个原动者就是上帝。阿奎那的这一论证被当时的神学家们公认为证明上帝存在的最成功的论证。由于阿奎那对托勒密的地心体系进行了上述理论加工和改造，本来是天文学中的一种宇宙理论的亚里士多德-托勒密的地心学说，从此也就纳入了基督教神学的理论体系，并因此成为基督教神学自然观的天体观的理论基石。

托马斯·阿奎那因维护宗教有功受到了教会的褒奖。他死后被教会奉为“圣人”。他的神学教条也成了天主教会的“圣经”，统治着中世纪后期的文化。经过篡改，亚里士多德一下子变成了基督教世纪的思想权威，亚里士多德-托勒密的“地球中心说”也变成了宗教宇宙观的基础，谁也不得怀疑。从此，教会就利用亚里士多德和托勒密的唯心主义思想体系来毒害人们，巩固神权在文化领域里的反动统治。

总之，在15世纪中叶，自然科学领域呈现两种相反的局面，一是在社会生产实践的推动下，科学技术飞跃地向前发展，并且在实践中产生了一批思想活跃、知识渊博的多才多艺的人物；一是那些关在书斋里的学者和神学家拘泥于用神学教条来说明自然，严重地阻碍着自然科学的发展，于是自然科学和宗教神学之间的矛盾就越来越尖锐化了。

历史记载着3次有名的地理大发现：1497年，葡萄牙人达·伽马（约1469～1524）绕过非洲南端的好望角，第二年到达印度的西南海岸；1492年，意大利人哥伦布（1451～1506）3次西航，发现了中南美大陆；1519年，西班牙人麦哲伦率领船队作环球航行，他的同伴经马鲁古群岛，大体上循葡萄牙人所经过的航线于1522年回到西班牙。

西行可以东达，哥伦布、麦哲伦等人的航行成功地证实了人们脚下踩着的大地是一个球体。

托勒密体系是以抽象的几何构图来解释天体运动。随着天文观测的准确度日趋提高，要使理论和观测实践相符合，这种几何构图就变得复杂了。为了使理论和观察趋于一致，人们不得不在托勒密的体系里大量地增加本轮的数目，来对托勒密体系作理论上的修正。到16世纪，托勒密体系的本轮总数一直增加到近80个，像这样圈上加圈，本轮重重，使得行星位置的推算变得极其繁琐复杂，而所得结果仍不能符合观测事实。

早在11世纪托勒密体系就受到了阿拉伯天文学家的批评，这些阿拉伯天文学家在亚里士多德的影响下，希望得到一个能够反映天体运动的物理实在体系。14世纪，法国的僧侣奥雷斯米根据力学上的理由，驳斥了托勒密认为地球没有任何运动的概念。他认为，处于宇宙中心的地球在不断地自转着，而地球表面上的水和空气都跟着地球一起转动。因此，一根由地面垂直向上飞起的火箭，实际上存在着两种运动：一种是火箭离弦而垂直向上飞行；另一种是火箭随着地球和它表面上的空气一起，由西向东转动，使在地面上的、跟着地球一起转动的人看来，火箭仍旧在向上飞行，而决不会飞到西面去。所以，上抛的石块、上升的飞鸟，决不会像托勒

密所说的那样，会因为地球的运动而被抛到地球的西边去。

从 15 世纪中叶以后，整个社会的阶级矛盾异常激烈，新兴的资产阶级需要用自然科学来同宗教的宇宙观做斗争，时代迫切呼唤真实的宇宙观。



第

二

章

划

时

代

的

巨

著

《

天

体

运

行

论

》

## 《天体运行论》： 一个新的宇宙体系的诞生

哥白尼在意大利留学期间，受文艺复兴运动思想的熏陶，攻读了大量古希腊哲学原著，受到有关日心体系的原始思想的启发，为他日后创立新宇宙体系奠定了思想基础。

哥白尼认为托勒密体系的几何图形太复杂，他相信宇宙结构一定能用一个简单的图形表示出来。托勒密的本轮、均轮体系，采用几何图解的方法比较正确地描绘了各个行星的视运动，在数学形成上是说得通的。因为不管运动的本质如何，在数学上人们总是可以把任何一种曲线运动分解为一系列大小不等、速度不同的圆周运动，所以这种曲线运动也必然可以用这些圆周运动的组合正确地表示出来。但如果人们把宇宙作为一个整体来考察的时候，不管托勒密对每一个单独的行星的运动描绘得

如何正确,要把各个行星的运动配合起来,构成一个完整的宇宙体系,那就十分困难了。他形容托勒密的宇宙体系是:“他们就像这样一种艺术家:要画一张像,从不同的模特儿临摹了手、脚、头和其他部分,然后不成比例地凑合在一起,尽管每部分都画得极好,结果各不协调,画出来的不是一个人而是个怪物……他们不是忽略了一些必不可少的细节,就是塞进了毫不相干的东西。”

古希腊以来,许多哲学家和天文学家普遍关注行星的不规则运动。为什么行星在太空中行走的时候会“兜圈子”呢?哥白尼认为:这是错觉,是因为住在运动着的地球上硬说地球是不动的而引起的。地球上的人之所以会看到行星在兜圈子行走的现象,归根到底是因为地球绕着太阳运动。行星的兜圈子只不过是地球围绕着太阳运动的反映。要是假设地球围绕着太阳运动,这种行星在太空中兜圈子的现象立刻就可以得到合理的说明。

为了充分提示地球绕着太阳运行的本质,更有说服力地批判宗教宇宙观的错误,哥白尼首先详细地研究了古希腊哲学家和天文学家关于宇宙概貌的各种见解。就像他自己所说的:“我不辞辛劳地又读了一下我手边所有哲学家的著作,找一找有没有什么人还没想过别的不同于各个数学学派所设想的天体运动。最初我在西塞罗的著作中发现,希克达斯发表过地球运动的见解,后来

我又在普路塔克的著作中发现其他一些人也有过同样的见解。”接着他就正告那些自称是传统观念的捍卫者的人们：“既然有人在我之前已获准可以自由地设想一些用以解释星体现象的圆圈，那么我想，也不难容许我也来试探一下，假定地球具有某种运动，能不能发现比前人对天体运动的更合理的解释。”

哥白尼在《天体运行论》一书中，系统地、全面地阐明了他的“太阳中心论”的全部内容。

《天体运行论》全书共六卷。第一卷是宇宙概观，共14章，前11章说明“太阳中心说”的基本思想，后3章讨论三角学，最后附有一个星表。第二卷用三角学研究了天体运行的基本规律。第三卷到第六卷中，哥白尼根据“太阳中心论”的宇宙体系，以及观察所得的实践结果和数字分析的理论方法，分别详细地讨论了地球、月亮、内行星和外行星的运动，预言它们在太阳系中的位置，从根本上阐明了“太阳中心说”的物理实在性。

《天体运行论》后五卷，用数学方法作出的严格论证，主要在于帮助其他天文学家和数学家们进一步了解他在第一卷里所阐明的宇宙观念的具体内容。哥白尼的全部创造性和革命性的思想主要集中在第一卷里，“这一卷可以说概括了宇宙的总结构”，是全书的精华所在。

哥白尼完成这部书曾经历了一个漫长的过程。一方



面，他努力把新宇宙体系建立在充分的观测基础上；另一方面，他完全懂得，他的新学说把流行 1000 多年的“神圣”的托勒密天界图景连底翻了过来，撼动神权统治的理论基础，势必为教会所不容。哥白尼犹豫了 30 余年，用他自己的话说，搁了近“4 个 9 年”，直到他临终时才出版问世。

哥白尼最后下决心冒险，是因为他被朋友们的热情鼓励所感动，尤其是那位 25 岁的青年学者雷蒂克的热忱敦促。他感到自己年逾古稀，在世的岁月也不会太长，为使自己毕生的心血不致埋没，他才做出这最后的抉择。

哥白尼在发表他的见解时非常谨慎。他想出先发制人的巧妙计策，大胆地将他的书题给当时在位的教皇保罗三世，请求他的托庇。哥白尼在致教皇保罗三世的献词中叙述他提出的地球运动的想法，他首先写道：“最神圣的父，我知道，某些人听到我在《天体运行论》一书中提出了地球运动的观念之后，就会大叫大嚷，当即把我轰下台来。我对自己的著作还没有偏爱到这种程度，以致不顾别人的看法。不过，哲学家的深思同一般人的看法是相去很远的。哲学家的目的是，在上帝允许人类所及的范围内追求一切事物的真理……我深深地意识到，由于人们因袭许多世纪的传统观念，对于地球居

于宇宙中心静止不动的见解深信不疑，所以我把运动归之于地球的想法肯定会被他们看成是荒唐的举动……我想，他们倒不是像有些人认为的那样，怕自己的学说被人分享，而是担心费尽千辛万苦才获得的宝贵研究成果会遭到轻蔑。因为有这样一班庸人，除非是有利可图，从不关心任何科学研究；或者虽然被人鼓励和依照先例而去作哲学的探求，但智力又很笨拙，就像蜜蜂中的雄蜂一样，懒惰而又愚蠢……

“我在如此辛苦地研究之后，终于公开发表我的著作，书面地记载我关于地动的观点，可能会使陛下感到惊奇，陛下也一定希望听到我怎么胆敢反对数学家公认的见解和直观的印象，敢于相信地球会运动。所以，我希望陛下了解，使我另寻方法计算天体运行的正是数学家们在这方面研究中的矛盾……

“我对传统数学在研究各个天体运动中的可疑之处思索了很长时间之后，对于哲学家们不能对造物主为我们造成的美好而有秩序的宇宙机构提出正确的理论而感到气愤，因为他们在别的方面，对于同宇宙相比极为渺小的事物都细心地作了成功的研究。因此，我不辞辛苦地重读了我所能得到的哲学著作，看看在各天球运动方面有没有跟数学学派不同的假说。结果，在西塞罗的著作中发现了海西塔斯逼真地描写过地球的运动，后来又

在普鲁塔尔赫的著作中看到还有别的人赞成与之类似的见解……

“这就启发我也开始考虑地球的运动。虽然这种看法似乎很荒唐，但前人既可随意想象圆周运动来解释星空现象，那么我更可以尝试一下，是否假定地球有某种运动能比假定天球旋转得到更好的解释。

“于是，从地球运动的假定出发，经过长期的、反复的观测，我终于发现：如果其他行星的运动同地球运动联系起来考虑，并按每一行星的轨道比例来作计算，那么，不仅会得出各种观测现象，而且一切星体轨道和天球之大小与顺序以及天穹本身，就全部有机地联系在一起了，以至不能变动任何一部分而不在众星和宇宙中引起混乱。”

首先，哥白尼明确指出，地球不是宇宙的中心，只有太阳才是宇宙的中心。他说：“地球肯定不是行星轨道的中心”，只有“太阳是宇宙的中心”。又说：“中央就是太阳，在这华美的殿堂里，为能同时照亮一切，我们还能把这个发光体放到更好的位置上吗？”他告诫人们，只要“‘睁开眼睛’正视事实的话，就会看到天体合理的秩序与宇宙的和谐……”

哥白尼首先注意到行星的不规则运动和它们与地球距离的变化，证明地球并非是它们运动的惟一中心。如

果行星在以地球为中心的同心圆上运动，许多事实就无法获得解释。既然如此，那就值得探讨一下，地球是否就是宇宙中心。

重力是什么呢？哥白尼认为它是“造成物主赋予物体使之联合为球形的一种自然倾向”。这种性质不为地球所独具，太阳、月球和行星也可能具有这种性质；也是由于这种性质使它们保持球形，并有各自的重心。

没有理由认为，宇宙的中心非是地球重心不可，而不会是别的天体。

哥白尼断言，如果地球还有其他运动，那就一定是代替太阳、周期为一年的运动。不是太阳绕地球转，而是地球绕太阳转。太阳是静止的，它的视运动是地球运动的反应；恒星的东升西落不受这一改变的影响；而行星的环状运行，乃是行星本身运动和地球运动的联合结果。因此哥白尼大胆宣告：“太阳是宇宙中心。”

其次，哥白尼在《天体运行论》中真实地揭示了地球在宇宙中的地位及其运动规律。

论证太阳是宇宙的中心，关键在于揭示地球在宇宙中的真实地位及其运动规律。这是因为，只有在揭示地球在宇宙中的真实地位和论证地球运动规律的基础上，才能科学地说明太阳和行星的视运动现象，即以地球的运动来证实太阳是宇宙的中心。

哥白尼也和文艺复兴时代的思想家们一样,他从古希腊哲学著作中探索古代学者提出过与托勒密不同的主张。他发现毕达哥拉斯学派的某些人曾把周日运动归之于地球;另一些人甚至连周年运动也归之于地球,这就启发了他:要研究天,最好先懂得地。他说:“必须首先仔细研究地球在天空中的地位,以免舍近就远,本末倒置,错误地把地球运动造成的现象当做天体运动的结果。”因此他根据这两条新假设来考察行星运动的现象和特点。

毕达哥拉斯学派的一些学者们认为,“大地在宇宙中央旋转,星星下落是被大地本身挡住了,星星上升是因为地球向前转了。”哥白尼从古人那里接过运动相对性的原理,得出人类在运动着的地球上观测天体运行的精辟见解。他说:“我们是在地球上看见天穹的旋转;如果假定是地球在运动,也会显得地外物体做方向相反的运动。”

哥白尼还论证了“天比地大,其大无比。”他认为既然天穹包容万物,那就不应该把运动归之于包容者,而应当归之于被包容的东西。如果不是这样,让庞大无比的天穹在24小时内绕小小的地球转一周,那就令人无法思议了。他接着论证说,即使按“天地”理论,也无法证明地球在宇宙中心静止不动。天穹周日旋转本身就是一个例证。试看,天穹在周转过程中,全天星辰无例外地都环绕天极兜圈子,只是离极越近,兜的圈子越

小。但不管怎样近，只要它不是在天极的一点上，总还是绕一个很小的圈子。

哥白尼还认为地球“作为宇宙的一部分，也要参与天球整体的运动”，因为总体和局部运动是一致的。

托勒密反对地球运动，主要理由有两个：地球这个庞然大物 24 小时旋转一周，其速度大得惊人，除非有什么坚固的夹具，否则地球早就该转散了，还会毁坏天穹本身。这样，地面上一切生命体和其他自由运动的重物都会被甩出去；如果地球在我们的脚下旋风般地转动，那么落体就不会垂直降落到地面，而空中的云彩及其他悬浮物体就会不断地向西飘去。

哥白尼针锋相对地写道：“托勒密对地球和地上的一切由于自然旋转而飞散的担心，是毫无根据的。他为什么不替比地球大得多而又运动快得多的宇宙担心呢？在快速运动的离心力作用下，天穹不就变得无比广阔以至瓦解了吗？如果是这样，天穹一定是无限大的。因为 24 小时转过的距离越大，离心力引起的扩张就越大，运动的速度也就越快，反过来，运动加快后，天穹就更加庞大了。于是越大就越快，越快就越大，如此往复循环，天穹的大小和速度要变成无限大。而无限既不能旋转也不能运动。因此，天穹必定是静止的。”

托勒密认为，天穹之外没有任何东西，也没有空

间，甚至连虚无都没有，是绝对的“乌有”，它没有给天穹留下扩张的余地。哥白尼则说：“物体能为‘乌有’所禁锢，岂不成了咄咄怪事！”

对于云彩和飞鸟为什么不被旋转着的大地抛向西去？哥白尼认为这是因为近地面的空气同地上的水一样，遵循同地球一样的自然法则，稳定地随着地球一起运动，除非被风或是其他运动所干扰。

考察了这一切以后，哥白尼认定天穹的周日运动是一种视运动，它是地球自转的反应。他说：“我们离港向前航行，陆地和城市后退了。”船只静静驶去，船舱里的乘客不觉得自己在随船前进，倒是船外的景物做相反运动。这个例子生动地比喻地球自转时，地球上的观测者便看到整个天穹在旋转。人们假定地球不动，似乎整个天球每天绕着地球由东向西绕行一周；但是只要设想地球本身每天都绕着自己的轴由西向东自转一周，那么人们所观察到的天象决不会发生任何变化。

哥白尼指出，地球本身同时进行着3种运动：第一种运动是地球本身环绕地轴的周日自转运动。由于地球自转是一种从西向东的旋转运动，所以太阳和整个宇宙背景表现为从东向西的旋转运动。第二种运动是地球以太阳为中心的周年公转运动。第三种运动则是地轴自身的周转运动。正是在揭示地球的运动规律的基础上，哥

白尼才得以对日心体系进行科学的论证。

再其次，哥白尼在《天体运行论》一书中真实地揭示了月球的位置。哥白尼指出，月球并不是像水星、金星、地球、火星、木星、土星那样的一颗行星，而只不过是地球的一颗卫星。他说：“地球还有一个侍从——月亮。”

最后，也是最重要的，哥白尼科学地揭示了各种天体的序列，建立起了一个完整的以太阳为中心的新的宇宙体系（如图3）。

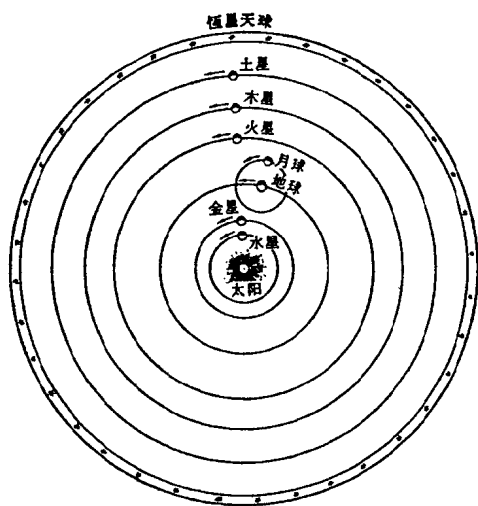


图3 哥白尼的宇宙体系



在这个宇宙体系中，太阳处在宇宙的中心，普照着整个宇宙。离太阳最近的是水星天层，水星在这一天层上绕日运转，80 天运转一周；第二层是金星天层，金星在这一天层上绕日运转，9 个月运转一周；第三层是地球天层，地球在这一天层上带着它的卫星月球绕日运转，1 年运转一周；第四层是火星天层，火星在这一天层上绕日运转，两年运转一周；第五层是木星天层，木星在这一天层上绕日运转，12 年运转一周；第六层是土星天层，土星在这一天层上绕日运转，30 年运转一周。最后一个天层是恒星天层，恒星都聚积在这一天层上。恒星天层“本身是不动的，它只是其他天层的位置和运动必经的参考背景。”

太阳居于宇宙中心，普照全天，统率着它的行星系统。所有行星层层环绕太阳运行，地球带着它的侍从——月亮。月亮伴随地球绕太阳运行的同时，每月又绕地球旋转一周。

把地球从中心排除出去而代之以太阳以后，乍看好像杂乱无章的行星世界就显出惊人的统一性。哥白尼透过其外在的多样性揭示出内在的一致性。

哥白尼以地球运动取代托勒密的“原动天”和本轮系。他说他的这种看法是仿效造物主“有一种将多种现象归于同一原因的能力”，而更易于使人相信。

日心说使许多现象都得到了合理的解释，如内行星为什么永远不能远离太阳；为什么当外行星与太阳相“冲”、与太阳交替升落时亮度最大，而当它们与太阳相“合”、偕日同升时亮度最暗；为什么木星逆行兜圈子比土星大，但比火星小，而金星又大于水星等等，所有这些现象都出于同一原因，即地球绕太阳运动。

哥白尼的伟大成就，不仅铺平了通向近代天文学的道路，而且开辟了整个自然科学向前迈进的新时代。它教导人们用新眼光去看待事物、在自然界中依靠实践和科学分析去发现事物的真理。因此，从哥白尼时代起，脱离教会经院哲学束缚的自然科学和哲学开始获得飞跃的发展。

## 第三章 日心说的曲折 发展历程

### 教会和旧势力的反对

太阳系学说的发展是在十分曲折和艰苦的斗争中实现的。

日心说因为同宗教地心说的宇宙观根本对立，而成为教会的大敌。当《天体运行论》在德国的纽伦堡刚出

第

三

章

日

心

说

的

曲

折

发

展

历

程

版时，神学家们就咆哮起来。自认为比旧教徒更虔信《圣经》的新教首领马丁·路德在得知哥白尼的新学说以后，对哥白尼胆敢违抗《圣经》的行为表示公开的愤怒。他谴责哥白尼说：“这位新奇的天文学家，企图证明旋转着的是地球，而不是天体、太阳和月亮……只有傻瓜才想把整个天文学连底都翻过来。圣经上明明写着，约书亚喝令其停止不动的是地球而不是太阳。”路德的同事、新教神学家梅兰希顿也写了一本书，用同样的口吻指责哥白尼说：“天体在空中 24 小时旋转一周，我们的双眼就是见证。但是某些喜欢猎奇和卖弄聪明的人，却得出了地球运动的结论。他们主张旋转着的既不是第八天层也不是太阳……只有那些缺乏虔诚的人才会公开地说出这种话来。一切有善良意志的人都应当接受并顺从上帝所启示的真理。”

由于反对势力的压力，当时负责出版《天体运行论》的雷帝克被迫离开威丁堡大学，而把出版《天体运行论》的任务委托给奥西安德尔负责。奥西安德尔对哥白尼的学说虽然也感兴趣，但他是个胆小怕事的人。他怕《天体运行论》出版以后，会招来新、旧教会的攻击，便善作主张地在《天体运行论》全书的前面加了一篇伪造的前言。声明：日心说不过是简化计算的一种方便手段。至于宇宙的真实构造，是在天启——即圣经中

披露出来的。天文学和整个科学一样，对此则无权过问。他的这个前言是在哥白尼不知道的情况下悄悄地加在书前的。他的这一做法，大大地贬低了哥白尼学说的革命意义。

在《天体运行论》出版以后，神学家和僧侣们以《圣经》为依据，固执地反对哥白尼的学说。瑞士的新教首领加尔文引用赞美诗中关于“地球是静止的、不可能运动”的诗句来恫吓日心说的支持者，声称：“谁胆敢把哥白尼的权威置于圣灵之上！”一个旧教徒、意大利的大主教弗朗西斯科·马洛列可也在1575年著书，列举了许多数学和神学上的事例，企图推翻哥白尼的“日心说”。

不仅教会在压制哥白尼的学说，旧的传统习惯也是一个巨大的阻力。

生活在地球上的人们看惯了太阳、星星东升西落，大多数人几乎都相信地球是不动的。当日心说发表之后，许多人都以为“日心说”是一种怪论，对它冷嘲热讽。有一个法国诗人甚至写了一篇关于宇宙的小诗，嘲笑哥白尼是要叫行船停止不动，让大地向后行走。还有一个人编了一个剧本，剧中以一个奇形怪状的教士仰观天象的场面来嘲笑哥白尼。

在科学与神学交锋的天文学领域，意大利著名的哲

学家布鲁诺为宣传和发展哥白尼的“日心说”而献出自己的生命。

乔尔丹诺·布鲁诺（1548～1600）生于意大利西海岸那不勒斯附近的诺拉城。15岁那年当了多米尼克修道院的修道士。他凭着顽强地自学，终于成为知识渊博的学者之一。

这位勤奋好学、大胆而勇敢的青年人，一接触到哥白尼的《天体运行论》，立刻激起火一般的热情。从此他摒弃宗教思想，承认科学真理，并为之奋斗。

布鲁诺接受了哥白尼学说，因而成了宗教叛逆，他被控告为异教徒，被革除教籍。在28岁时，他被迫逃出修道院。在长期流亡生活中，布鲁诺以大无畏的革命精神宣传科学真理。他经常出席大学的公开辩论会，到处写文章，作报告，用他的“笔和舌”颂扬哥白尼学说，同时猛烈抨击官方经院哲学的陈腐教条。

布鲁诺以惊人的预见补充和发展了哥白尼学说。他在《论无限、宇宙及世界》（1584）一书中，大胆提出宇宙无限的思想。布鲁诺认为宇宙是统一的、物质的、无限的和永恒的。

他指出，在太阳系之外有着数不尽的世界。我们所看到的世界，只是无限宇宙的非常渺小的一部分，地球是无限空间中的一粒小小的尘埃。

哥

白

尼

和

《

天

体

运

行

论

》

他还指出，无数的恒星都是像太阳那样巨大而炽热的天体，并且以极快的速度向各方疾驰着。它们的周围有许多像太阳那样巨大而炽热的天体，也以极快的速度向各方疾驰着。恒星的周围也有许多像地球那样的行星围绕着，行星周围又有许多卫星。生命不仅存在于地球，也可能存在于那些我们看不到的遥远的行星上……

按哥白尼体系，太阳位于宇宙中心，地球不过是太阳外围的第三个行星，但毕竟它在宇宙中还有相当重要的地位；全部宇宙都被哥白尼封闭在恒星天球之内，虽说庞大无比，却是个有限空间。

布鲁诺以他的敏锐和勇敢，将这个几千年来人类难以突破的天球理论捣得粉碎。照布鲁诺的见解，任何形式的天界实际上都是不存在的，天空在各个方向上都伸展到无限远。任何宇宙中心是不存在的，并且是不可能存在的。哥白尼将地球逐出宇宙中心，代之以太阳；现在，布鲁诺又将太阳逐出宇宙中心，而且从根本上取消宇宙中心。

哥白尼的宇宙是有限的，布鲁诺的宇宙则是无限的。

布鲁诺的这一卓越思想使他的同代人感到茫然失措，惊愕不已！许多人认为布鲁诺思想大胆到了“骇人听闻”的地步，简直近乎狂想。在天主教会看来，再没

有比布鲁诺更有害的“异端”学说了，天主教会多次捕捉布鲁诺，最终将布鲁诺押解起来，他们将他审讯折磨达8年之久。他们要布鲁诺背弃自己为之奋斗终身的科学真理，还要利用他的声望来保卫宗教。宗教裁判所想方设法使他屈服，但失败了。布鲁诺是坚贞不屈的战士，一切威胁利诱丝毫动摇不了他对真理的信仰。最后，天主教会绝望了，宣判布鲁诺死刑。1600年2月1日，在罗马的百花广场上布鲁诺被烈火烧死。临刑前他说：“你们宣读判决时的恐惧心理，比我走向火堆还要大得多！”

布鲁诺虽然被烧死，但是他的先进思想影响着进步的人类。若干年后，无论教会怎样竭力阻挠，在烧死布鲁诺的地方还是立起一座布鲁诺纪念碑，布鲁诺无畏的精神和求实的科学态度像一座丰碑屹立在人们的心头。



## 日心学说的发展

哥白尼的日心学说以其特有的革命锋芒点燃了近代科学革命的火炬，就这个意义来说，哥白尼的日心说无愧为近代科学史上诞生的第一个具有重大影响的科学体系。但与一切科学理论一样，哥白尼的日心说也有不可避免的历史局限。主要表现在：第一，实验基础不够完善，即天文观测资料不够完善，缺乏论述日心说的系统的天象观测资料。第二，数理基础不够完善，即论述日心体系的数理基础不够精确。如误认为太阳是整个宇宙的中心；误认为恒星天层是宇宙的边缘；误认为行星的运行轨道是正圆轨道，因此在数学方法上沿袭了托勒密的本轮-均轮体系等。这样就使日心体系缺乏精确的数理基础。

虽然哥白尼的日心学说有不够完善的历史局限，但

日心学说在问世之初还是产生了强烈的反响，并得以迅速传播。但日心说的历史局限性使它在问世之初不如地心说那样得势，其原因除了地心说受到基督教神学的庇护、并符合人们的狭隘的感觉经验等原因之外，就对天象观测、编制星表、修订历法等方面的应用价值而言，哥白尼的日心学说还不如托勒密的地心说那样完善和实用。正因为这样，一些从事应用天文学研究的天文学家对日心学说持怀疑、保留乃至反对的态度。因此，哥白尼的日心学说有待进一步完善和发展。

布鲁诺首先察觉到了日心说的理论局限。他以他的宇宙理论修正了哥白尼的日心学说中的“太阳是宇宙的中心”和“恒星天层是宇宙的边缘”等理论谬误，从而对哥白尼的日心学说的发展做出了重要的贡献。但是，布鲁诺的宇宙理论主要属于宇宙学的范畴，而布鲁诺作为近代宇宙学的先驱，在当时不可能使宇宙学具有比较实在的实验基础和数理基础。

自哥白尼之后，天文学革命出现了两种新趋势：其一，观测天文学迅速发展。丹麦天文学家第谷便是这种新趋势的代表人物。其二，数理天文学迅速发展。德国天文学家开普勒便是这种趋势的代表人物。

第谷·布拉赫（1546～1601）出身于丹麦的贵族家庭。从小便对天文学发生浓厚兴趣。由于受家庭的影

响，第谷在青少年时代就有很深的神学信仰。同时他对天文学产生了兴趣，所以他对被基督教神学奉为宗教信仰的托勒密的地心说十分崇信。为此，他曾反复阅读过托勒密的《至大论》。

第谷对天文学的贡献是多方面的，包括发明精密的天文观测仪器，对彗星进行观测。第谷对天文学的最大贡献，要数他对行星运动的大量观测数据的累积。他是个精明的观测家，但不是一个好的理论家。

第谷对哥白尼很崇敬。他完全清楚日心体系的优点，并称赞他是“美丽的几何结构”。他说过：“我承认，只须假设地球运动，5个行星的运行便很容易加以解释。哥白尼把我们过去数学家所陷入的矛盾中解放出来，而且他的理论更能满足天象。”

但第谷一直拒绝承认这个学说。首先，地动思想与《圣经》相违背，这在第谷看来是万万使不得的。他不敢相信，像地球这样“既大且笨”的东西会有什么运动。其次，第谷尽管做了极精心的观测，终究未能发现恒星因地球运动而引起的视差效应，这意味着有两种可能：要么地球是静止的；要么如哥白尼所预言的那样，恒星的距离有不可思议的遥远。但第谷不相信行星系与恒星天球之间会有这样广阔的“虚无空间”。

第谷既不满意托勒密体系，又不愿接受哥白尼学

说，他采取了一个折衷的方法，提出自己设计的混合体——第谷体系：“……只有太阳、月亮以及包含全部恒星的第八重天才以地球为中心而运行，五颗行星则绕太阳运行。太阳处在它们的轨道中心，它们像陪伴君王那样绕太阳做周年运动……”即他认为行星绕太阳运行，太阳又统率着行星绕地球运行，太阳连同整个恒星天穹又一起围绕地球做昼夜旋转（如图1）。

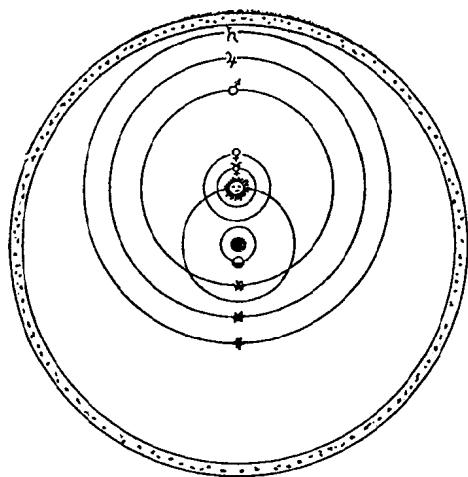


图1 第谷宇宙体系

第谷体系表面看来是一个折衷体系，即太阳和地球的双重中心体系，但在实质上，它不过是托勒密的地心

体系的翻版。由于第谷体系坚持了地心体系的基本思想，同时又吸取了日心体系的某些内容，所以它在 16 世纪末和 17 世纪初产生了较大的影响，特别是为一些神学家或持有神学信仰的天文学家所接受。他的思想虽未在欧洲发生影响，但在英国和中国的影响却不小。第谷体系如果出现在哥白尼之前，作为一个过渡体系，顺理成章，有它进步的一面；但它出现在哥白尼之后，摒弃日心体系的伟大革命学说，是一种历史的倒退。第谷在天文观测方面功绩是很大的，但在理论上却很平庸。然而，他在临终前不久“发现”了开普勒。他的这位忠实的弟子，发现了行星运动定律。

开普勒出生在德国南部的瓦尔城。少年时代开普勒经过许多不幸，但仍坚持刻苦求学。1588 年，17 岁进入新教创办的神学院杜宾根大学读书。在这期间，他深受该校天文学教授米海尔·麦斯特林（1550～1631）的影响。麦斯特林在课堂上讲授托勒密的地心学说，但暗地里却对他的最亲近的学生讲授哥白尼的日心学说，开普勒从中受到哥白尼学说中的毕达哥拉斯主义倾向的影响。

开普勒能言善辩，喜欢在各种集会上发表见解，因而引起学院领导机构——教会的警惕，毕业后他未被许可去当神甫，只好移居奥地利，一面靠占星术谋生，一

边研究他的天文学。

1600年，当开普勒迁居布拉格后，因受到第谷的赏识而当了他的助手。他们两人的相互合作，可算是取长补短、相得益彰的范例。

开普勒从小爱好数学，总想在自然界寻找数量的规律性。他之所以信奉哥白尼学说，正是由于日心体系在数学上更显得简单和谐。他深信宇宙的构造是符合完美的数学原则的。开普勒在青年时期，曾经异想天开地用一环套一环的与各行星天球相切的正多面体来解释宇宙的结构，依次来表示太阳系中行星的配置状况及其离开太阳的远近。但当他发现由此推得的结果与第谷的观测结果不符时，便放弃了这一错误的探索方向。

第谷死后，开普勒继承了他的工作。第谷曾吩咐开普勒编制一套与观测结果相符的行星位置表。他得到了皇家数学家的头衔，但宫廷却不给他俸禄，他不得不再次从事占星来糊口。

第谷临终前曾多次告诫开普勒一定要尊重观测事实，开普勒也十分信任第谷的观测结果。当他发现用托勒密、哥白尼或第谷体系推算出来的行星位置，只要与第谷的观测结果相比较，总是有无法消除的差异，这一差异虽然小到8'左右，但却比第谷的观测误差大得多，而且在大约近1000条火星位置的观测数据中，都显示

出这一系统的差异，这是不能用观测误差来解释的，于是，就决心查明理论与观测不一致的原因，并为揭开行星运动的秘密全力以赴。

开普勒最伟大的功绩就在于他非常正确地看出了计算与观测不符的原因在于前人一直错误地认为天体只能按照圆形的轨道运动。他尝试用各种不同的曲线来表示所观测到的火星运动的情形，终于确定火星轨道只有采用椭圆形式，计算才能与观测结果完全一致。1609年他写了一本《新天文学》，在新的实践基础上，总结了关于行星运动的三定律：

一、行星在椭圆轨道上绕日运动，太阳位于椭圆轨道的一个焦点上（如图2）。

二、（面积定律）行星在椭圆轨道上运动的速度和它们同太阳的距离有关。行星越靠近太阳运动速度越

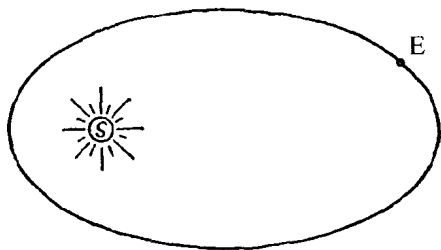


图2 开普勒第一定律

S——太阳 E——行星

快；离太阳越远运动速度越慢。通常，在相同的时间内，行星和太阳之间的连线所扫过椭圆的面积相等（如图3）。

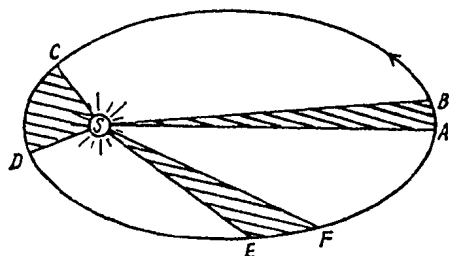


图3 开普勒第二定律

如果行星从A走到B，从C走到D，从E走到F的时间相等，则面积 $SAB = SCD = SEF$ 。

三、(调和定律) 行星在椭圆轨道上绕行一周所需的时间的平方，同该椭圆轨道的半长轴的立方成正比。

以上定律被后人称为“开普勒定律”，后来学者尊称开普勒为“天空立法者”。开普勒定律在天文学上有十分重大的意义。

首先，开普勒定律在科学思想上表现出无比勇敢的创造精神。远在哥白尼创立日心宇宙体系之前，许多学者对于天动地静的观念就提出过不同见解，但对天体遵循完善的均匀圆周运动这一观念，从未有人敢怀疑，开



普勒却毅然否定了它。

其次，开普勒定律彻底摧毁了托勒密的本轮系统，把哥白尼体系从本轮的桎梏下解放出来，为它带来充分的完整和严谨。开普勒找到了最简单的世界体系，只用7个椭圆就全部解决了。从此，不需借助任何本轮和偏心圆就能简单而精确地推算行星的运动。

第三，开普勒定律使人们对行星运动的认识得到了明晰的概念。它证明行星世界是一个匀称的系统，这个系统的中心天体是太阳，受来自太阳的某种统一力量所支配。太阳位于行星椭圆轨道的焦点之一。行星公轨周期决定于各个行星与太阳的距离，与质量无关。而在哥白尼体系中，太阳虽然居于宇宙“中心”，但并不扮演这个角色，因为没有行星的轨道中心是同太阳重合的。

开普勒的发现，把太阳系学说向前推进了一步。

## 日心学说的胜利

开普勒定律是天文学上没有使用光学工具而作出的最后的卓越发现。与开普勒同时代的伽利略，是首先使用望远镜从事天文观测，并获得许多重大发现的第一个人。他用观测事实获得最明确而直接的证据，进一步证实了哥白尼学说的正确性，在天文学史上开辟了新的纪元。

伽利略（1564～1642），意大利比萨城人，是著名的物理学家和天文学家，近代实验科学的奠基人。他青年时代就被人们称为“当代的阿基米德”。他在1609年根据折光原理，重新发明了望远镜。他制造的第一架望远镜的放大倍率为7倍，后来终于制成了一架放大倍率为30倍的望远镜，并立即使用在天文观测上。

他首先将望远镜对准月亮，看到了月面覆盖着大山

和平原，并画出了第一幅月面图。这一发现表明地球表面和月球表面在结构上具有相似之处，证明了亚里士多德的地上事物与天上事物不同的主张是毫无根据的，从而摧毁了教会神学的宇宙观的基础。

1610年，伽利略利用望远镜观测木星，发现有4个光点伴随着木星运动，他意识到这是木星的卫星。这一发现震动了整个欧洲，它为哥白尼学说找到了有力的证据，是哥白尼学说胜利的开端。伽利略发现了这个事实以后曾经断言，卫星绕着木星运转，而木星又绕着太阳公转，就如同地球带着月亮围绕太阳公转一样。

托勒密学说的维护者们硬说，只有在地球的周围，才有天体绕着它旋转，因为天体都是地球的仆从。伽利略的这一发现，彻底粉碎了他们的错误观点。它证实了行星一方面是自己卫星的运转中心，同时本身又绕着更大的运转中心太阳运转。而太阳仅仅是宇宙间的一颗普通恒星，那么太阳也可能围绕着更大的运转中心在转动。因此，它首次证明了宇宙中可能有不同等级的宇宙体系的存在。

在后来的观测当中，伽利略又证实了内行星的位相变化这一观测事实，还发现了太阳黑子，他对准银河时，又发现了银河的光带被分解成各自独立的小星。这一切都证明了托勒密关于恒星天球的假设是错误的，宇

宙是无限的，恒星并不位于同一个天球上。

伽利略在天文学上的新发现，都是哥白尼日心体系的有力证据。他将这些新发现汇集成的《星空使者》一书，对于日心体系的巩固和开辟近代天文学，起到了很重要的作用。

1632年伽利略出版了一本名为《托勒密和哥白尼两个宇宙体系的对话集》的书。此书经过精心设计，以3个人物对话的方式，将哥白尼的一个个确凿证据阐述得清清楚楚，又将经院哲学家的陈腐观点和性格特征刻画得淋漓尽致。该书的出版，受到读者的热烈欢迎，同时也是对教会的一次致命打击。该书的出版使伽利略受到了教廷的审讯，还受到了6个月的身心折磨，这位70多岁的、热爱真理的科学家终于支持不住，不得不在别人拟就的悔罪书上签字认罪，并受到终身的监禁。

伽利略的杰出发现轰动了意大利和欧洲，科学家和一切进步人士热情赞颂伽利略的伟大成就，颂扬他是“天上的哥伦布”。

牛顿（1642~1727）是英国近代史上最负盛名的物理学家、数学家和天文学家。他总结了力学和天文学方面的一系列重大发现，并利用自己创立的微积分理论，在伽利略、开普勒等人的观测和实验基础上，采用数学

分析方法，把杂乱的材料整理概括，建立起一套完整的牛顿力学体系，使支配天体运动的普遍定律稳固地建立起来，完成了哥白尼、伽利略、第谷、开普勒以来所经历的 150 余年努力所建树的工作。

牛顿生于英国林肯郡。1661 年入剑桥大学学习，1669 年研究生毕业。据传说，1665 年的秋天，牛顿坐在果园沉思，一个苹果正好落下，由此启发了他的灵感，认识到苹果所以落地，是由于地球的引力造成的。他进一步联想到，既然地球能通过空间将力作用于苹果，那么，也应能将力作用于月球。如果确实如此，假设重力即是引力，也与距离平方成反比，则在月球处的重力加速度应该等于它的向心加速度。向心加速度的公式已由惠更斯发现。地球表面的重力加速度，当时已利用实验方法精密测定。由于当时所得的日地距离等于地球半径的 60 倍多一点，则在月球轨道处的重力加速度应是地球表面的  $\frac{3}{600}$  分之一。

牛顿第一次证实了月球做圆周运动的加速度，恰好等于月球轨道处的重力加速度。证明了月球所以不断地沿轨道做圆周运动，就是因为重力的作用。牛顿把伽利略的落体定律从地上推广到了天上，地上存在的定律，在天上也是同样适用的。并证明了这种引力定律，对所有天体都是适用的。

1687年牛顿在他的巨著《自然哲学的数学原理》一书中，发表了著名的万有引力定律：“宇宙间两天体之间的引力大小同这两个天体的质量乘积成正比，同两天体间的距离平方成反比。”在这本书里，他奠定了天体力学的稳固基础，从他的定律和伽利略与惠更斯的力学出发，就能推导出开普勒三定律。人们只要知道天体某几个瞬间的状态，便能推算出它的全部运动。

牛顿剥去几千年来蒙蔽天体运动的神秘外衣，把“天上的”和“地上的”现象联系起来，出色地证明了苹果落地和天体运行这些看上去截然不同的现象都为同一种自然力所支配，没有什么超自然的力量，它给予把世界分为“天上的”和“地上的”那种玄虚而神秘的唯心主义和宗教观念以毁灭性打击。牛顿所解决的有关万有引力定律的一些最重大问题，奠定了一门新科学——天体力学的基础。从此，天文学从它的幼年时代进入成年时代。牛顿的成就摧毁了阻碍哥白尼学说发展的全部障碍，使它达到了完全的严格性和规律性。至此，托勒密体系一去不复返地被赶出天文学的大门。

但是牛顿的宇宙观是机械的、形而上学的。按照这种观念，宇宙万物和太阳系都没有在时间上发展的历史。直到18世纪中叶，德国哲学家康德（1724~1804）写了一本《宇宙发展史概论》，讨论了太阳系和各行星

形成和发展的历史，才把“地球和整个太阳系表现为某种在时间的进程中逐渐生成的东西”。这样，人类对太阳系的认识又向前跨进了一步。

哥白尼的太阳系学说，随着人们对太阳系认识的不断深化，逐步确立并且得到了进一步的发展。1781年，英籍德国人威廉·赫歇尔发现了一颗位于土星之外的新行星——天王星，扩大了太阳系的范围。19世纪上半叶，人们又用精密的仪器发现了恒星的视差效果，进一步证实了哥白尼关于地球绕日运动的见解。在进一步研究天王星运动的过程中，人们发现它在天空中的位置的计算值和实际观测不符，似乎存在着某种东西的干扰。19世纪初期，经过反复观察，又发现天王星之外必然还存在着一个有规则地运动着的天体。

19世纪中叶，英国的亚当斯和法国的勒威耶，根据太阳系学说所提供的数据，推算出了这个未知天体在太空中的位置。1846年9月23日晚，德国的加勒在勒威耶的计算所指出的位置只差一度的地方，找到了这个新的行星——海王星。海王星的发现，不仅证实了万有引力定律的真实性，也最终证实了哥白尼的太阳系学说的真实性。

自从《天体运行论》发表之日开始，经过了将近300年迂回曲折的斗争，冲破了宗教和传统观念的重重

阻力，克服了哥白尼学说本身所存在着的种种缺陷，哥白尼的太阳系学说，终于由于海王星的发现而取得了最后的胜利。

哥

白

尼

和

《

天

体

运

行

论

》





## 《天体运行论》的伟大意义

《天体运行论》是近代科学革命的伟大宣言。其重要意义，首先在于它所揭示的日心体系所具有的革命性质。

托勒密的地心体系是基督教神学自然观的天体观的理论基石，基督教以此为依据，使科学成了神学的奴仆，对基督教来说，任何对地心体系的怀疑都意味着反叛，而对于科学来说，任何对地心体系的怀疑都意味着革命。正是在这一点上，即神学将科学变为奴仆的问题上，哥白尼不仅大胆揭露了地心体系的谬误，而且针锋相对地提出了日心体系，这就从根本上动摇了基督神学自然观的天体观的理论基石。日心说的建立，不仅使科学得以从神学的羁绊和束缚中解放出来，而且使基督教神学的自然观变成了谎言，进而使整个基督教的上帝创

世说变成了谎言。就这个意义来说,《天体运行论》的问世,有如科学在神学的后院燃起了大火。虽然神学自然观后来在17世纪末至18世纪初的近半个世纪内曾一度卷土重来,但神学像中世纪后期那种牢牢地禁锢和统治科学的时代,毕竟一去不复返了。

其次,《天体运行论》的问世,标志着近代科学开始了争取自身独立的伟大斗争。《天体运行论》是进行科学革命的战斗宣言。因为哥白尼在《天体运行论》中建立的日心体系说明,宇宙并不是造物主的创造,科学本身也并不需要假借上帝之手才能存在,只要客观地探讨物质世界本来的性质与规律,科学本身就能得以独立地向前发展。

哥白尼的日心体系既是时代的产物,它也不能不受这个时代的局限。当时在欧洲,资产阶级反对封建制度的每一次斗争都披上宗教的外衣。这种反对神学的不彻底性,同样表现在哥白尼不能冲破古代某些形而上学的观点上,他的体系是存在缺陷的。哥白尼的宇宙局限在一个很小范围,换句话说,他的宇宙结构就是今日的太阳系,即以太阳为中心的天体体系。另外,哥白尼虽然掀翻了托勒密的“九重天”,却仍保留着一层恒星天。他相信恒星天球是宇宙的“外壳”。还有,哥白尼仍然相信天体只能按所谓“完美的”圆形轨道运动,固而不

能完全摆脱本轮系的桎梏。总之，哥白尼的宇宙体系，仍包含着不动的“中心”天体，“完美的”圆形轨道和坚硬的恒星“天壳”，一句话，宇宙是有限的。

但是哥白尼是现代自然科学的先驱，其历史功绩在于确认地球不是宇宙的中心，而是行星之一，从而掀起天文学上一场带根本性的革命。一个运动着的地球是整个现代天文学的基石。他的这个卓越的贡献，是人类探求客观真理道路上的里程碑。他提出的宇宙统一性的观点是极为重要的新观点。

哥白尼是科学向神权宣战的第一个革命战士。由于他的发现，地球不再是宇宙的中心，而是一颗不断自转，同时又环绕太阳公转的行星。这样，基督教中所宣扬的地球是上帝的桂冠和宇宙的中心这一特殊意义完全丧失了。地球不是宇宙的中心，而是普通行星之一，那么整个宇宙不再有什么天堂与地狱之分。这种教义上的破产，震撼了欧洲中世纪宗教统治的理论支柱、大大动摇了人们心目中对宗教势力的崇拜。

恩格斯对哥白尼学说的革命意义作了评价：“自然科学借以宣布其独立并且好像是重演路德焚烧教谕的革命行为，便是哥白尼那本不朽著作的出版，他用这本书（虽然是胆怯地而且可说是只在临终时）来向自然事物方面的教会权威挑战。从此自然科学便开始从神学中解

放出来，……从此便大踏步地前进”。

德国诗人歌德也曾对哥白尼这样评价：“哥白尼学说撼动人类意识之深，自古以来无一种创见、无一种发明可与伦比。当大地是球形被哥伦布证实以后不久，地球为宇宙主宰的尊号也被剥夺了。自古以来没有这样天翻地覆地把人类意识倒转过来。如果地球不是宇宙中心，无数古人相信的事物将成为一场空了。谁还相信伊甸的乐园、赞美诗的歌、宗教的故事呢！”

哥白尼的精神——所遵循的天文学理论必须和观测事实相一致的原则和对错误的传统理论大胆革命的精神，对天文学发展的促进作用是无法估量的。从 18 世纪起，人类的认识开始突破太阳系的范围。由于航海技术的需要，并且由于天文光学和照相技术的发展，使人们可以测定恒星的距离和运动，从而可以了解恒星的空  
间分布和空间运动。这就必然导致 20 世纪初沙普莱根据球状星的详细研究，确定了银河系的中心。研究表明，银河系中约有 1 000 亿颗恒星，它们构成圆盘状集合，直径约为 10 万光年，厚度约为 12 000 光年。我们的太阳只不过是一个距离银河系中心约 33 000 光年的普通恒星。

天文工作者对银河系外的大量星云做了广泛研究，发现这些星云和银河系一样，是大量恒星的集合，现在

称之为星系。天文仪器的威力愈来愈大，根据目前我们所观测到的空间，没有任何迹象表明空间是有边界的。

对宇宙的认识，在广度和深度上迅速发展。19世纪中叶，光谱分析方法的发明和近代物理理论的建立，导致了天体物理学——研究宇宙物质的物理性质、状态和演化的新学科的产生。从此，人们不仅能测量天体的位置和运动，还能研究它们的温度、密度、压力、磁场、化学组成及一些物理过程。近50年来，随着物理学的发展和大量观测资料的取得，逐步建立起了恒星大气模型，创立了恒星内部结构学说。

近年来，用红外技术观测到了一些温度较低的天体，可能就是形成不久的恒星。这种刚刚形成的恒星，由于引力收缩和高能宇宙线粒子加热，使其内部温度逐步提高，实现了氢转化为氦的热核反应，这个反应就成为以后几十亿年的恒星演化过程中维持其辐射的主要能源。20世纪60年代以来，天文学有了很大的发展，取得了许多重大的发现；射电天文在这里起了重大作用。

首先，温度为2.7K的微波背景辐射的发现，似乎支持了以爱因斯坦广义相对论的引力理论为基础、星系红移为观测事实的宇宙膨胀模型。

天文学中的另一件大事是1967年发现了脉冲星，它们可能就是恒星演化理论曾经预言的中子星。某些恒

星经历了以 10 亿年为单位的演化阶段，耗尽了核燃料，最后它的辐射维持不了庞大的“躯体”，发生了力收缩，形成直径只有十几公里而密度达每立方厘米 10 亿吨的中子星。

另一个重大发现是 1969 年在星际物质中发现了水分子和甲醛等有机分子，这和 1968 年发现的星际氨一起，启示了在宇宙空间中存在着生命结构的最原始素材——氨基酸的极大可能性。这为探讨生命起源开拓了一个新的重要方向。

空间技术的发展打破了地球大气对我们的限制，使我们可以得到天体的电磁能谱中从能量最高的  $\gamma$  射线一直到长波射电辐射的信息。 $\gamma$  射线、X 射线和远紫外辐射的观测，能使我们更好地了解天体中发生的高能过程，为高能物理提供更有价值的资料。

在哥白尼以后，天文学就是这样大踏步地前进着。但是人们对宇宙的认识还刚刚开始，天体演化、空间的结构和属性这些重大的课题还等待我们进一步解决。在辩证唯物主义认识论的指导下，在物理学和其他学科的促进下，我们可以预期，在不远的将来，这些课题将取得重大进展，并给予物理学以及其他科学以巨大的影响。

哥白尼的革命精神是永恒的，它有力地推动了天文学的进步，也必将给天文学的发展以更大的影响。

## 附录：《天体运行论》（选译）

献给最神圣的教主、  
保罗三世教皇陛下

尼古拉·哥白尼原序

最神圣的父亲，我完全可以想见，当某些人听说我在《天体运行论》这本书中主张地球运动，就会叫喊起来，立即把我嘘下台去。我不会那样自以为是，甚至不能正确对待别人的意见。但是，一个哲学家所思考的同大多数人的意见距离很远，因为他的目的是在上帝所允许的人类理性范围内寻求一切事物的真理。因此，我认为还是应该摆脱错误的意见。

我主张地球是动的，这一定会被一些人看做是荒唐行为。他们认为，地球静止地居于宇宙的中心这一看

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

（

选

译

）

法，是许多世纪以来人们所一致公认的。因此，长期以来我就很犹豫，究竟应该把我的关于地球运转的论著加以发表呢，还是应该像毕达哥拉斯学派和其他人那样，只把他们的哲学秘密口授给亲友，而不见诸于文字，像李西斯在给希帕克的信中所说的那样。在我看来，他们这样做，倒不是像有些人那样妒嫉人家分享他们的研究成果（确实也有人是这样看的），而是怕这些高尚的、来之不易的研究成果会受到一些人的轻视。这班庸人或者只是为金钱而研究，或者由于天资愚钝，尽管在别人的鼓励和示范下受到启发而作一些哲学上的探索，但他们混在哲学家队伍中，不过像雄蜂混在蜂群中一样，笨拙而又懒惰。想到这里，我生怕我的学说新颖而不合时宜，会引起别人的轻蔑，因而几乎放弃了我的计划。

我的朋友们帮助我解除了这些顾虑，使我继续从事这项工作。主要是卡普亚的红衣主教尼古拉·勋保，他是一个著名的博学的人；其次是顾尔姆地区的主教狄德曼·基塞，他是一位对圣书和其他优秀著作都很有研究的人。他们对我爱护备至，常常鼓励我、甚至再三要求我发表这部著作，但是我却把它不仅藏了九年，而且藏了四个九年。其他许多著名学者也提出了同样的希望。他们劝我不要再拖延，不要因为害怕而不肯把劳动成果贡献给对数学感到兴趣的大众。他们认为，我的地动说



开始时可能被看做是奇谈，但是只要把论文发表出来，迷雾可以一扫而光，我的学说就会受到称赞，被人们所接受。我接受了他们的劝告，最后答应把这部大家长久期待的著作发表出来。

我同意发表我的这些研究成果，教皇陛下也许不会太吃惊，因为我是经过辛辛苦苦的努力，才胆敢写出关于地球运行的思想。教皇陛下一定愿意听取，我怎么敢于想到地球运动，不但同数学家们公认的意见相反，而且确实也同感官的印象相反。因此，希望教皇陛下知道，我所以要提出计算天体运行的方法，不过是由于我知道一般数学家在这方面的研究中矛盾百出。

第一，数学家们不能肯定太阳和月球的运行，从而不能解释或正确测算回归年的固定长度；第二，在确定太阳、月球和其他五个行星的运动时，他们甚至在证明表观的转动和运动时也不使用相同的原理和假设。有人只用同心圆说明问题，有人用偏心圆和本轮。但即使用这些方法，他们也不能完全达到目的。靠同心圆计算，也能通过组合得出某些不均匀的运动，但还是不能建立一个符合于那些现象的可靠系统。而采用偏心圆系统，看起来似乎已得到了符合于表观运动的数据，但又容纳了很多显然违反运动均匀性的基本原理的说法。他们还是不能认识或解决主要问题——宇宙的形状及其各部分

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

《

选

译

《

的不变的匀称性。这就好像一个艺术家为了画像，从不同的模特儿身上选取手、脚、头和身体其他部分，每一部分都画得很好，但不属于同一个人的身体，大小不能互相配合，结果不是人而是一个怪物了。所以，在数学家们的解说、即他们自称为方法的东西中，我们发现不是略掉了一些不可缺少的细节，就是把一些毫无关系的东西塞了进去。他们要是遵循正确的原理，就不会这样。只要他们的假说没有错误，由此得来的推论也一定能得到验证。在这里我说得还有些含糊，以下的论述中会使大家明白的。

对于数学传统在确定天球系统的运动中所表现的不确定性，我想了很久。我感到不耐烦的是，对于尽善尽美的造物主所精制的宇宙，哲学家们<sup>①</sup>未能对任何一个宇宙机制的理论获得一致意见，虽然在其他方面，他们也小心翼翼地研究了有关运行轨道的一些细梢末节。于是我不辞劳苦地又读了一下我手边所有哲学家的著作，找一找有没有什么人还设想过别的不同于各个数学学派所设想的天体运动。最初我在西塞罗的著作中发现，希克达斯发表过地球运动的见解。后来我又在普路

① 这里的“哲学家们”则指亚里士多德的追随者，即所谓逍遥学派。以下皆同。

塔克<sup>①</sup>的著作中发现其他一些人也有过同样的见解。我想在这里引用普路塔克自己的一些原话，使大家都能了解：

其余的人认为地球是静止的，但是毕达哥拉斯学派的费勒罗斯却说地球像太阳和月球一样沿倾斜的圆圈围绕着（中心）火团旋转，彭托斯的赫拉克利底斯<sup>②</sup>和毕达哥拉学派的爱克芬吐斯<sup>③</sup>也说地球运动，但不通过空间而是围绕着自己的中心从西到东旋转着，像车轮绕车轴转动一样。

这些意见启示了我，使我也开始思考地球运动的问题。这种想法看起来虽然荒诞，但是，既然有人在我之前已获准可以自由地设想一些用以解释星体现象的圆圈，那么我想，也不难容许我也来试探一下，假定地球具有某种运动，能不能发现比前人对天体运动的更合理的解释。

在地球有几种运动的前提下，我经过多次持久的观

① 普路塔克，古希腊传记家。

② 赫拉克利底斯，柏拉图的学生，也跟亚里士多德学习过。第一个提出金星和水星绕太阳旋转，而太阳又绕地球旋转。

③ 爱克芬吐斯，可能是希克达斯的学生。

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

（

选

译

）

察终于发现，如果把其他行星的运动同地球的运动相比较，并按每个行星轨道计算这些运动，那么就得到了对这些行星所观察到的现象；而且，所有星球、天体的序列和大小，以至于天穹本身，也都彼此密切相关，任何部分离开原来的位置就会使所有其他部分以至整个宇宙产生混乱。

我这部著作中将采取以下的顺序。第一卷叙述星球的一切位置以及我认为地球所具有的运动。这一卷可以说概括了宇宙的总结构。然后，在其他各卷中我把其他行星和所有天体的运动同地球的运行联系起来，从而可以推断在地球运行时怎样观察其他行星和天体的运动现象。

我决不怀疑，博学多才的数学家们如果遵照科学的要求，深入地而不是表面地理解和考虑我为了证明我的见解所提出的论述，他们一定会同意我的看法。但是，不管有没有学问的人都会看到，我不会在任何人的责难面前退缩下来。我愿意把这些研究成果仅仅奉献给神圣的教皇陛下，因为在地球上我所居住的这个偏僻角落里，只有您，由于您的尊严职位以及对文学和科学的热爱而卓有声名。尽管俗话说，拍马者的舌头无药可医，但您的威望和判断却能够制止毁谤者的讥讽。也可能会有些无聊的碎嘴子，对数学一窍不通，却别有用心地歪

曲引证圣经的某些章句，对我的著作妄加评论。如果有人竟对我的设想横加指责，我将不予理睬，我认为他们的判断是粗暴的，对此我完全蔑视。我知道，甚至像拉克唐修斯这位在别方面有名、但绝不是数学家的人，居然也以最幼稚的口吻谈论地球的形状，挖苦人家相信地球是圆的。因此，支持我的人不要由于这种人出来嘲笑而惊惶。

数学是为数学家们写的，如果我没有想错，他们会同意我的著作可以对陛下所治理的教会事业做出一定的贡献。不久以前，在利奥十世统治下，有关修订教会历法的问题曾在拉特兰大教堂的会议上辩论过。当时这个问题没有得到解决，就是因为没有能够把年和月的长度以及太阳和月球的运行十分精确地定下来。从那时起，遵照曾经主管过历法事务的有名的桑普罗尼阿地区主教保罗的指示，我开始从事更精确的观察。我现在所取得的成就，仅提供有学问的数学家们、特别是提供陛下作出判断。为了不致使陛下感到我在夸大这本书的作用，以下就开始叙述正文。

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

（

选

译

）

# 第一卷

## 引言

在哺育人类智慧的多种多样的科学和艺术中，我认为首先应该用全副精力研究那些最美好的、最有意义的对象。这种科学研究神妙的宇宙旋转、天体运行，研究天体的大小、距离、升落以及其他天象的原因，最后还

阐明宇宙的全貌。什么能比包括一切美好事物的天穹更美妙呢！Caelum（天穹）和 Mundus（宇宙）这两个名词本身就说明这一点，后者包含着纯洁、美好的意思，而前者包含着明晰的意思。

天穹异常完善，许多哲学家叫它是可见的上帝。如果根据各门科学所研究的事物进行评价，那么最杰出的就是这样一门科学，有些人叫它是占星术，有些人叫它是天文学，古代许多人称它是集数学之大成。它本身无疑是高尚科学之首，最值得自由的人们去研究。它几乎以整个数学科学为依据。算术、几何、光学、测地学、力学以及其他一切科学都同它有关。

一切高尚科学的目的都是使人的理性摆脱缺陷，趋向完美，而天文学可以使人类智慧得到极高的享受，因而最能做到这一点。当人们被这种安排得最好的、受神的意志所主宰的东西所吸引，又经过经常的、简直成了习惯的深入观察以后，难道会不进入完美境界、会不为创造全部幸福和善良的造物主而惊叹吗？颂歌的作者说，他享受着神的创造物，并为神的创造欣喜若狂！这不是没有根据的。通过这一些，难道我们不能达到理性的完美境界吗？天文学为国家增添多大的利益和荣誉啊（且不说对某些人的不可估量的方便）！柏拉图出色地发现了这一点。他在《法律篇》第七卷中提出了一个想

内

录

：

《

天

体

运

行

论

《

（

选

译

—

法：如果要根据历法确定日、月、岁时的划分，确定庆祝和祭祀的日期，使全国生产以时，作息有节，就必须精通天文学。他说，谁要是否认在对任何一门高尚科学进行研究时，有必要先通晓这一门最好的科学，那就是最大的无知。柏拉图还认为，一个人如果没有关于太阳、月亮和其他星体的必要知识，他就不可能成为或被称为上帝的臣民。

同时，这门科学研究最崇高的对象，与其说它是人的科学，不如说它是神的科学，了解它当然不无困难。对它的主要原则和公设（希腊人叫做“假说”），研究它们的人们之间由于论据不同，分歧就更多了。此外，要用准确的数字确定天体运行和星体旋转，并使之十分明确，只有经过长期的一代又一代的不断观察才能完成。

不错，托勒密的聪慧和精细是超群的，经过四十多年的观察，他已经把这门科学完成到似乎包罗无遗的程度。但是我们还是可以从看出缺陷，他的原理很多地方还不符合事实；此外还发现了另外一些他所不知道的运动。因此，普路塔克在谈到太阳回归年时也指出：“直到现在天体运动还是远远跑在数学知识的前面。”以这个回归年为例，我认为分歧之多已使许多人对于是不是能够得出精确的数值感到绝望。

离开上帝我们就一事无成。如果上帝允许，我还试



图详细研究其他天体的同样一些问题。离开缔造这门科学的前驱者越久，我们就会得到越多的辅助资料来确立我们的理论。我们获得的成果是可以同他们相媲美的。此外我应该承认，我的表述在很多地方不同于我的先驱者们，尽管他们首先打开了研究这些课题的通路是对我有帮助的。

## 一 宇宙是球形的

首先，我们要指出宇宙是球形的。这或者因为球形是最完善的形状，它不是由一些碎块或部分拼凑起来的，而本身就是浑圆完整的；或者因为球形的容积最大，适合于包罗和保存一切；或者因为宇宙中所有日月星辰等完善的部分都是这个样子；或者因为一切物体都倾向于使自身采取这种形状，譬如自然形成的水滴和一般液体的点滴都是球形的。因此，不会有人怀疑天体的形状就是这样。

## 二 地球也是球形的

地球也是球形的，因为它的各个方面都倾向于它的中心。乍看起来，大地上有山陵丘谷，不是绝对的球

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

（

选

译

）

形；但这不会使整体的圆形受到任何影响，下文即将说明。我们愈向北走，每天都在旋转着的天宇的北极就愈是往上升，天宇的南极则愈来愈往下降，于是近天宇北极的许多星宿就不沉落下去，近南极的一些星宿却不升起来了。比如“老人星”<sup>①</sup>在意大利看不见，在埃及则看得见；而波江星座中最低的一颗星在意大利看得见，在欧洲较寒冷的地带则根本不为一般人所知道。另一方面，只要我们向南走，这些星就高了起来；而那些在我们这里看起来是较高的星，在南方却低了下去。其次，天宇南极或北极高度的增减，总是和我们在大地上所走路程的远近成比例，很显然，只有在一个球体上才会出现这种情况。因而大地必然是有限的，球形的。

还有，住在东方的人不会看到这里晚上出现的日食或月食，而住在西方的人也不会看到这里早上出现的日食或月食。这里中午所出现的日、月食，东方的居民必然较迟看到，西方居民必然较早看到。水手们注意到海也是球形的，因为从甲板上所看不到的陆地，从桅杆顶上却可以看到。相反地，要是在桅杆顶上悬挂一个发光物，船开出后离岸越来越远，在岸上看来，它将逐渐下沉。这也是肯定的事实：水不受外界阻力总往低处流，

① 老人星指船底星座的 $\alpha$ 星，中国称“寿星”。

地球也正是这样；海水高出海岸的程度决不会超出地球凸面所允许的程度。因此，陆地超出海面的高度，等于陆地和海面到地球中心距离的差。

### 三 地球怎样和它上面的水 共同形成一个球体

围绕陆地水形成海洋，填充陆地上的凹陷部分。海洋必然小于陆地，否则就会把陆地淹没（因为陆地和海洋的重量都是趋向于同一中心的），为了生物的生存，成片的地面没有被淹没，岛屿星罗棋布。而且，一个大洲甚至整个大陆不也是一个大岛吗？

不要听信某些逍遥学派<sup>①</sup>的主张，什么水的体积是陆地体积的十倍。这不过是根据这样一种猜测：元素变化中一份土可以溶化为十份水。这些人说，陆地事实上高出水面一定程度，因为陆地上有许多洞穴，重量不平衡，重心也同几何的中心不一致。他们不懂几何，因而不懂，要是地球的某些部分是干的，水要比陆地大七倍也不可能，除非因为较重的陆地被移到远离地球重心的地方；因而为水留出空档。球体与球体之间的体积之比等于其直径的立方之比。因此，如果有七份水、一份

<sup>①</sup> 即亚里士多德的学派。

陆地，地球的直径就不会大于水容积的半径。那么，什么水大于大地容积十倍就更加不可能了。

地球的重心事实上与其几何中心没有什么区别，因为超出海洋之上的陆地并不是在不断增高的，否则就会把海水完全挤掉，大陆各个部分之间也就不会有大的海湾了。此外，海洋离岸越远就越深，这样水手们在海洋上不管航行多远也不会遇到什么岛屿、岩石或者什么陆地了。但是我们知道，埃及海和阿拉伯湾之间几乎是大陆范围的中心，却只有一段差不多十五斯达得<sup>①</sup>宽的通道。另一方面，托勒密在他的《宇宙地理大全》中也主张，可居住的陆地一直延展到大地的中环<sup>②</sup>，即圆的一半，但是还有一部分以前叫做 *terra incognita*，也就是“人们所不知道的地方”。但是，现在地理上已发现了中国，并且一直到经度  $60^{\circ}$  的地方还有许多部分是有人居住的。由此我们知道，地球的大部分都有人居住，剩下的海洋只占一小部分。

还有现代西班牙和葡萄牙统治者所发现的岛屿；特别是还有亚美利加，它由发现它的船长而得名，它的大小还没有查清楚，人们认为这是一个新大陆；还有许多

① 古代长度名称，等于 625 罗马尺，约合 900 余英尺。

② 中环，指从大西洋的加那利岛向东数  $180^{\circ}$  的经圆。

至今不明的岛屿；把这一些都算进去，问题就更清楚了。因此，所谓“对跖地”或“对跖地居民”的存在就没有什么可奇怪的了<sup>①</sup>。几何学的计算也使我们认为，亚美利加大陆处于直径的另一端，与印度的恒河流域遥遥相对。

从以上这一些理由可以明显得出，陆地不但与海洋具有同一重心，而且这个重心同整个地球的体积中心也是一致的。但因陆地较重，裂缝中充满了水，所以水的容量比起大地体积就较小，尽管从面积上看，水域的面积或许更大些。还有，为水所环绕的地球，其形状必然和它的影子一致。月食时我们看到一个完整的圆弧，因此地球并不是恩配多克勒和阿那克萨哥拉所设想的平面形，也不是留基伯所主张的鼓形或赫拉克里特所讲的碗形、德谟克利特所讲的凹形，也不是阿那克西曼德所主张的圆柱体，更不像克塞诺芬所认为的那样是下沉到无限深处的东西。地球像哲学家们所讲的那样，是一个完美的圆形。

<sup>①</sup> “对跖地”原意“反地球”，即地球的反面。

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

《

选

译

《

#### 四 天体的运动是均匀的，圆周的，永恒的， 或者是由圆周运动所组成

我们可以看到天体的运动是圆周运动。旋转对于球体来说是它的固有特性，它的形状即由这种运动表现出来。球的形状是最简单的，没有起点和终点，而且假如它总是在同一地方旋转，也不能区别它的各个部分。

在许许多多的天体上发生着各种各样的运动。其中最明显感觉到的是周日转动<sup>①</sup>，希腊人称之为  $\nu\chi\theta\eta\mu\epsilon\rho\omicron\nu$ ，昼夜之分即由此而起。凭这个运动，除地球以外的整个宇宙都被设想为从东到西地转动。这是所有运动的共同度量，因为时间本身是按日计算的。此外，我们还看到似乎和这个按日运动相反的运动，即从西到东的旋转。太阳、月亮和五个行星的运动就是这样。在这些运动中，太阳划出年，月亮划出月，这也是时间的共同尺度。同样的，五个行星各自决定自己独立的周期。

---

① 在每一恒星日内，由于地球自转所引起的天体在天球上绕天轴从东到西旋转一周的运动，实际上就是地球由西到东绕地轴自转在天球上的反映。

这些天体在运动中还表现出各种差异来。首先，它们的轴并不就是周日运动的轴，而是与黄道带<sup>①</sup>相倾斜的。其次，它们即使在各自轨道上也不是均匀运动的，太阳和月亮在行程中不是已发现时慢时快吗？其他五个行星有时停在这一点或那一点上，甚至有时逆行。太阳在行程中始终是一直朝前走，而这些行星却按不同方式游动，时而向南时而向北地偏离。因此它们被称为“行星”。而且，有时它们趋近地球，处于近地点，有时离开地球而处于远地点。

但是，尽管有这些不规则的情况，我们必须承认，这些天体的运动永远是圆周运动或是由圆周运动合成的。这种不规则情况本身服从一定的规律，有规则地重复。如果不是圆周运动就不会发生这种情况，因为只有圆周运动才能使物体回到原处。太阳也是这样，由于圆周运动的组合，总是一再产生日夜长短和一年四季的变化。这里必然有各种不同的运动，因为一个简单的天体不可能在惟一的一条轨道上不规则地运动。这种不规则性必定或是由于运动力（不论是固有的或者是获得的）

① 天球上黄道两边各 $8^\circ$ 、共宽 $16^\circ$ 的带区域，叫做黄道带。从地球上看起来，日、月和主要行星都在这个区域内运行。

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

《

选

译

《

不固定，或是由于运动体的形状经过周转而发生了变化。但对于这些安排得尽善尽美的天体，以上二点中任何一点都是理智所不能接受的。

于是，大家都认为，太阳、月亮和行星的运动所以看来不规则，理由不外有二：要么由于它们的转轴方向各不相同；要么由于地球并不是它们周转的圆心，而我们从地球上看来，它们接近地球时位移较大，远离地球时位移较小，正如《光学》<sup>①</sup>一书所指出的那样。如果我们算算行星轨道上一些等长的弧，我们就会发现，在相同期间内行星经过的距离并不相同。因此，首先必须仔细研究地球对于天体的关系，以免舍近求远，错误地把地球运动所具有的现象当成天体运动的结果。

## 五 地球是否具有圆周运动； 关于地球的位置

已经证明地球是球形的。现在要进一步考察，它的运动是否适应于它的形状以及它在宇宙中的位置。否则我们就不能建立起天体现象的正确理论。现在权威们一致认为地球静居于宇宙的中心，而把反对意见看做是不可想象的，甚至是荒唐的。但是如果进一步分析一下，

---

① 传说是古希腊数学家欧几里得的著作。



就会发现问题并没有解决，还要更广泛的研究。

外表的位置变化可能由于物体运动，可能由于观察者运动，也可能由于这两种运动不等同（因为在等速而平行的运动之间看不出运动来）。我们是从地球上看法体的旋转。如果我们设想地球也有某种运动，那末在外界天体上也会再现出这种运动来，只是看起来是沿着相反方向运动罢了。

先看周日转动。由于这种转动，除地球和它上面的东西以外，整个宇宙看来都是在很快地运动。但假设地球从西到东转动，仔细考虑一下就会发现，我的结论是对的。天穹包罗万象，为什么运动不是归之于被包容者而是归之于包容者、不是归之于被安放者而是归之于安放者呢？后一种观点肯定是赫拉克莱底斯、毕达哥拉斯学派的爱克芬吐斯以及叙拉古的希克达斯的观点（依据西塞罗<sup>①</sup>）。他们都主张地球在宇宙的正中转动，他们相信星球降落是因为被地球挡住了，地球过去以后就又升了起来。

另一个难题是地球的位置。至今人们几乎都相信地

① 据西塞罗记载：希克达斯认为，“天上的日月星辰，即地球以外的一切都是静止的，只有地球绕着自己的轴很快地转动，因而产生一种视现象，似乎整个天空都在绕着不动的地球旋转。”

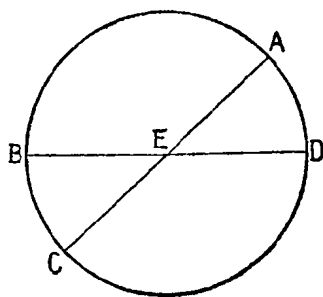
哥  
白  
尼  
和  
《  
天  
体  
运  
行  
论  
》

球是在宇宙的中心。假如地球不在正中心而同中心有一段距离，这段距离同对恒星天层的距离相比虽小，但同太阳和其他行星的轨道相比却相当可观。然后计算它们表观运动中的相应变化，假定这些运动确实均匀，而且围绕着地球以外的某一个中心。这样人们也许就会得出这些变化无常的运动的合理原因了。实际上我们看到，行星到地球的距离是在变化的，因此地球的中心决不是它们的轨道的中心。至于究竟是这些行星趋向地球和离开地球，还是地球趋向它们和离开它们，则不能肯定。因此，认为地球除周日旋转外还有另一种运动，是正确的。地球除旋转外，还有某些运动，还在游荡，它其实是一颗行星，这是毕达哥拉斯学派的费勒罗斯的观点，他可是一个不寻常的数学家，据说柏拉图曾到意大利去寻访过他。

但是许多人却认为，可以用几何学证明地球是宇宙的中心，不过是太空中的一点。他们还认为，作为中心的地球永远保持不动，因为整个系统如在运动，中心必然保持静止，最近中心的部分必然运动得最慢。

## 六 同地球的大小比较，天空是很广大的

同天空比较，地球的大小是微不足道的，这一点可



论证如下。

这些确定界限的“圆”<sup>①</sup>平分天球。假如地球的大小或者它到中心的距离同天空比较相当可观，这一点就不可能，因为要使一个圆面平分一个球，必须通过球的中心，这个圆本身其实就是一个“大圆”。令 ABCD 圆代表天空的地平圈，E 是我们从地球上进行观察的点，又是地平圈的中心。这个“地平圈”将星体分为可见星体和不可见星体。以此点为中心，我们用天文仪器如瞄准器、星盘或水平仪<sup>②</sup>从 E 点进行观察，假如我们看到巨蟹宫<sup>③</sup>的第一点从 C 点升起，同时摩羯宫的第一点在 A 点落下，AEC 是通过瞄准器的一条直线，从而是黄道的一条直径，因为黄道带上的

① 原文为希腊文，意即地平线。

② 水平仪，传说为罗马建筑师维特鲁维斯所发明。

③ 为了表示太阳在黄道上的位置，把黄道分为十二等份，每等份为一宫，占黄道上黄经 30°。从春分点起，第一是白羊宫，第四是巨蟹宫，第十是摩羯宫。过去的黄道十二宫和黄道十二星座一致。后来由于地球岁差现象，春分点渐渐移西，十二宫只能作为黄道上的标志，以记载太阳、月亮、行星的位置。

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

（

选

译

（

六个黄道宫构成一个半圆，其圆心 E 和地平圈的圆心相重合。其次，经过一段时间之后，假定摩羯宫的第一点在 B 点升起，则可以看到巨蟹宫在 D 点降落，而 BED 将是一条直线，又是黄道的一条直径。因此可以明白，两直线的交点 E 是地平圈的中心。所以地平圈永远平分黄道——天球上的一个大圆。但是平分大圆的圆必须自己也是一个大圆。所以地平圈是一个大圆，其圆心也是黄道的圆心。

固然，从地球表面引出去的直线和从地球中心引出去的直线一般并不重叠。但是相对于地球的大小来说，它们都是很长很长的，因而实际上是平行的。而且相交点又极远，实际上是一条线——因为两线之间的距离比它们的长度小得不可比拟——就像《光学》一书中已表明的，因此可以得出：天空比地球大得不可比拟，地球对于天空不过是一个点，正像有限的东西对于无限的东西一样。

但不能由此得出，地球必须静止在宇宙的中心。如果不是那小小的地球而是那巨大的宇宙每 24 小时旋转一周，难道我们不应当更加吃惊吗？中心不动、越靠近中心动得越少，这并不意味着地球必须保持静止。这不过像人们所说，天在旋转，而天宇的两极静止，最靠近两极的部分动得最少（例如北极星比天鹰星座或小犬星

座的 $\alpha$ 星动得慢，因为更接近北极，运行的圆圈较小)。这些都属于同一个天层，在天球的轴上运动为零。这样的运动并不能容许各个部分速率一样，因为整体旋转一周之后，每一点都在同一时间回到原来的位置上，虽然各点经过的距离不等。

所以，可以这样说，地球是天球的一部分，也参与天球的运动，虽然由于位在中心而动得很小。地球本身并不是一个纯粹的点，而是一个星体，所以它将在一定的时间内与天空转过相同的角度，但半径较小。这种说法显然是错误的，假如真是这样，就会在一个地方永远是中午，在另一个地方永远是半夜，不会有每天日出日落的现象，因为整体和部分的运动是一回事，是分不开的。需要有一个完全不同的理论来说明观察到的各种运动，说明为什么较小轨道上的运动体比较大轨道上的运动体转得更快。最远的行星——土星30年转一周，而最靠近地球的月球却在一个月内就完成一个周期。最后，还必须肯定地球一天一夜自转一周，这又引起了对于天空的周日旋转的怀疑。

此外，我们还没有确定地球的确切位置。如上所述，这位置还很不确定。已经证明的只是天空比地球大得无比，但是大到什么程度还完全不知道。

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

《

选

译

《

## 七 为什么古人相信地球

### 静居在宇宙的中心

古代哲学家们曾试图用种种其他方法证明地球固定在宇宙的中心。最有力的论据来自关于重物和轻物的理论。他们辩解说，土是最重的元素，所有有重量的东西朝着它运动，趋于它的中心。大地既然是球形的，重的东西又垂直于它的表面而运动，若不是被地面挡住，它们将一起冲向中心。那些向中心运动的东西，在到达中心时就不动了。于是整个大地将在宇宙中心更加保持静止。大地接受了所有降落的物体，将由于它自己的重量而保持不动。

另一个论据是根据运动的假想性质。亚里士多德说，单个的简单物体的运动是简单的。一个简单运动或者是直线运动，或者是圆周运动。直线运动或者向上，或者向下。这样每一个简单运动必然或者对着中心，即向下；或者离开中心，即向上；或者绕着中心即圆周运动。下降即趋向中心，只是土和水等重元素的性质，而气和火等轻元素<sup>①</sup> 则离开中心往上升。所以我们必须

---

① 古希腊的一些哲学家认为，土、水、气、火是构成万事万物的元素。这种观点在哥白尼所处的时代也很盛行。

赋予这四种元素以直线运动。但是天体则具有圆周运动。以上是亚里士多德的思想。

托勒密说,地球即使只有昼夜转动,结果也必然和前面的叙述相反。运动必须非常快,因为在 24 小时内就要使地转一周。转动得很快的东西抵消了内聚力,或者说,结合在一起的东西在转动中趋向于分散,除非是牢牢地束缚在一起,所以托勒密说,地球早就该散光了,而且(真是荒谬绝伦)会把九重天都毁掉了;并且所有的生物和其他自由运动的重物体也一定不能留在地面上,必然被甩出去。垂直降落的物体也不能到达降落的预定地点,因为在这同时地球已经很快地从降落体的底下跑开了。并且,云和空气中的一切东西都要不断地往西运动。

## 八 对地心说的驳斥

根据上述诸如此类的理由,他们说,地球确实固定在宇宙的中心。而我们说地球是动的,那就是说这个运动是自然的、非强制的;自然发生的各种运动所产生的结果,和由于外力而发生的运动的结果是相反的。任何外力支配下的东西,不管这种力量是逐渐的还是突然的,都一定要崩溃,不能长期存在。但是自然过程由于适应了其本身的目的,却顺利地进行着。

附

录

:

《

天

体

运

行

论

《

(

选

译

)

所以，托勒密忧惧什么地球和地球上的一切将由于和人为运动迥然不同的自然旋转而崩溃，这是没有任何根据的。要是那样的话，他岂不是应该对于宇宙抱着更大的忧惧吗？这个宇宙比地球的运动要快得多，就像天比地要大得多一样，天不是因为猛烈运动的离心力而变得如此广阔，而一旦静止下来就会解体吗？要是这样的话，天空必须无穷大。它们由于自身运动的离心力而愈是膨胀，它们的运动由于 24 小时内经过的距离不断增长也将越快。接着说，随着运动的加剧，无比广阔的天空也要扩大。这样，速度和体积彼此相互推进，以至无穷——而无穷大是既不可能使之旋转，也不能使之运动。因此，天必然是静止的！

他们又说，在天穹之外没有物体，没有空间，甚至于没有虚空，是绝对的无，因而也就没有余地留给天去膨胀了。可是，“有”可以被“无”所包容，实在是怪论。我们假定天穹是无限的，只是从里面形成凹形，使万物不管多大都被包含在内，而天本身则保持静止。如果是这样，也许可以使我们比较容易理解天以外是空无一物了。宇宙运动的事实是人们论证宇宙有限的主要论据。

让我们把宇宙是否有限的问题留给物理学家们<sup>①</sup>

---

① 指亚里士多德《物理学》一书的评注者。



去解决吧，这里只坚持一点：地球是有限的，是球形的。为什么不肯承认地球由于其形状而具有自然而然的运动呢？为什么宁肯设想其界限还是未知的和不可知的整个宇宙却具有一种圆形的滑动呢？为什么不承认看起来是天空在周日转动、而实际上却是地球在周日运动呢？这不过像维吉尔（Virgil）的诗中爱尼亚斯（Aeneas）所说：“我们从港口开船，陆地和城市都往后退却。”当船只平静地向前漂移时，外界的一切东西都像是在运动，其实是船在运动，而船里的人却感觉到他们自己和船上的一切都是静止的。

还可以提出问题：悬在空中、上下浮沉的云和其他东西是怎样的呢？当然，不仅大地及其上面的水是这样运动，空气及依附于地球的一切东西也都是这样。也许同地球相连接的大气会有土质或水分等杂质，因而要遵循和地球一样的自然规律；也许由于大气接近于永久旋转的地球并且没有阻力而获得运动。希腊人曾经想象，大气的上层随天体而运动，这是从那些飞速运行的天体即“彗星”或他们所谓“胡子星”那里得到启发的，因为他们认为大气上层是彗星的发源地，彗星也像其他星体一样地有起有落。我们观察到，大气上层离地球很远，地球运动的影响已经消失，最接近地球的大气同悬在其中的物体一起，则是稳定的，除非被风或其他冲击

附

录

；

《

天

体

运

行

论

《

《

选

译

《

所干扰而这样那样地运动起来——因为大气中的风暴和海洋里的潮流是一样的。

我们必须承认，在宇宙中沉浮的物体具有双重运动，是直线运动和圆周运动的合成。这样，重的落体，由于它们特别具有土质，无疑要保存其所属大地整体的本性。同样还有一些物体由于火的力量被带到上层去。这种大地之火特别为土质物所加旺，火焰只是燃烧着的烟雾。火的特性就是猛烈地扩张，无论怎样都不能制止它冲破牢笼到达终点。这运动是一种离心的向外运动，而被燃烧的任何土质都会被带到大气层去。

简单物体的运动必定是简单的，这主要是针对圆周运动说的，而且仅仅是在这简单物体停留在它自己的天然位置和天然状态时才成立的。在那种状态下，除了圆周运动外，别的运动都不可能，只有圆周运动才是完全自成一体的，同静止一样。但是，如果物体自己离开或者被移开其天然位置，则可产生直线运动。但物体离开自己的位置，这是和宇宙的整个秩序和形状不相容的。所以，除了物体超出自己正常位置的直线运动以外，就没有别的直线运动，也没有这种对于完美物体说来是天然的直线运动，否则它们将从它们所属的整体中分离出来，从而破坏其统一性。此外，即使撇开圆周运动不谈，上下运动着的东西也不是简单地、均匀地运动着，因为它们无法避

免轻重的影响。所以下降物体开始时慢,随着下降而加快。另一方面,地上的火(我们惟一能够看到的火)上升时,就会由于土质物的影响而使运动减慢。

圆周运动一定是均匀的,它具有永不消失的运动源泉;但是别的运动则永远具有一种阻碍因素,在达到天然位置以后物体就不再有轻重可言,也不再有运动了。

于是,整体是圆周运动,部分也可以有直线运动。圆周运动可以和直线运动结合起来——正像动物和疾病之结合一样。亚里士多德把简单运动分为三类:从中心出发的,到中心去的,围绕着中心的。它的方法只是抽象的推理,正如我们分别形成线、点和面的概念,但其中任何一个都不能离开其他而存在,不能离“体”而存在。

再者,我们认为,稳定比变化更高尚、更神圣,变化与其说是宇宙的特性,不如说是地球的特征。那么把运动归之于包容者和定位者而不归之于地球这个被包容者和被定位者,这岂不荒谬?

最后,既然行星离地球时近时远,都是围绕着被当成是中心的地球而运动,它们向外和向内的运动都是同一物体的运动。所以我们必须在更广泛的意义上承认这种围绕中心的运动,并且只要每一个运动有一个适当的中心,我们就满足了。鉴于以上各点,说地球是动的比说地球是静的更为可能。对于作为地球的特殊性质的周

附

录

:

《

天

体

运

行

论

《

《

选

译

《

日转动来说，尤其是这样。

## 九 地球是否可以具有一种以上的运动，关于宇宙的中心

既然没有理由说地球不能运动，我们就必须考虑到它是否事实上具有一种以上的运动，从而可以算做一个行星。

各行星的运动看起来是不规则的，它们与地球之间的距离也变化不定，这可以证明，地球不是一切转动的中心。如果行星是沿着与地球同心的圆圈运动，这些现象就难以理解。既然存在着一个以上的中心，我们就可以讨论一下宇宙的中心是否就是地球的重心。

在我看来，重力不过是一种自然倾向，是由造物主授予物体各部分的，以便使之合成一个球形，促成它们的统一和完整。我们可以相信，这个特性即使在太阳、月球和行星中也存在，从而使它们尽管轨道各自不同，还得以保持着自己的球形<sup>①</sup>。所以，如果地球还有别的运动，这些运动必然和外面许多以一年为周期的运动相似。如果我们把太阳的运动转移给地球，把太阳看做是

---

① 后来有人认为，这是牛顿的“万有引力”概念的最初萌芽。

静止的，那么，星球早晚的起落将不受影响，而行星的停留、逆行和顺行则不是起因于它们自身的运动，而只是地球运动的反映。于是，我们认为，太阳是宇宙的中心。正如人们所说的，只要“睁开两眼”，正视事实，那么，事情的有规则的进行和整个宇宙的和谐就会暗示出来上面所讲的一切。

## 十 关于天体的序列

毫无疑问，恒星天层是可见物中最为遥远的。至于行星，早期哲学家们倾向于相信它们按轨道大小的次序形成一个系列。他们引证这样的事实：在速度相同的物体中，距离越远似乎运动得越慢（如欧几里得《光学》中所证明的）。他们认为，月球运转一周时间最短，因为它离地球最近，旋转的圆周最小。他们把土星放在最远处，运转的时间最长、轨道最大。比土星近的是木星，然后是火星。

对于金星和水星，意见有分歧。这两颗行星和其他行星不一样，并不远离太阳<sup>①</sup>。有些人把它们置于太阳

① 因为金星和水星的轨道靠近太阳，而地球的轨道在它们的外边。

以外,正如柏拉图在《蒂迈欧篇》<sup>①</sup>中所说的那样;也有一些人把它们放在比太阳近的位置上,如托勒密和许多现代人便是。阿尔白特拉基乌斯<sup>②</sup>认为金星比太阳近,水星比太阳远。如果同意柏拉图的想法,认为行星本身是黑暗物体,只能反射太阳的光,那就必然得出,如果它们比太阳近,由于接近太阳而将呈现为半圆形或各种亏缺的圆形;因为一般说来,它们总是将接受的光线向上反射,也就是向着太阳的方向反射,正如盈月或亏月那样。有些人认为这些行星甚至从未产生过和它们大小成比例的日食,可见它们不可能在我们和太阳之间。

另一方面,那些认为金星和水星比太阳近的人们,举出他们所断定的太阳和月球之间的距离之大来支持这个论点。他们算出,月球离地球的最大距离(地球半径的  $64\frac{1}{6}$  倍)等于太阳离地球的最小距离(地球半径的 1160 倍)的  $\frac{1}{18}$ ,所以太阳和月球之间的距离是 1096 个计量单位<sup>③</sup>。这样大的空间一定不是空的。他们从地球与这些

① 在《蒂迈欧篇》中,行星的排列次序是:月球,太阳,金星,水星,火星,木星,土星。

② 阿尔白特拉基乌斯是西班牙科尔多瓦哈里发王朝(755~1031)的天文学家。

③ 这里的计量单位指地球半径。

行星之间的最大及最小距离,算出行星轨道的宽度,由此发现轨道宽度的总和近似于整个距离。这样,水星的近地点紧靠在月球的远地点之外面,跟在水星的远地点后面的是金星的近地点。而金星的远地点实际上达到了太阳的近地点<sup>①</sup>。他们估计,水星的最大和最小距离之间的差距约为  $177\frac{1}{2}$  个计量单位。而其余空间几乎被金星的最大和最小距离之差(估计为 910 个单位)所填充。

所以,他们否认行星是像月球那样暗不发光的,他们认为这些行星要么本身发光,要么完全能为太阳光所透过。他们还声称,这些行星不会遮住太阳,因为通常和太阳处于不同纬度,很少插入到我们的眼睛和太阳之间。它们和太阳比起来也很小。按照阿拉坦西斯的阿尔巴特尼(Albategni)的看法,即使比水星大的金星,也很难遮住太阳的百分之一。他估计太阳的直径是金星直径的十倍。这样的一个小点在这样强的光线中几乎是看不见的。阿威罗伊在他对托勒密著作的解说中提到,当他计算到太阳和水星之合,而对之进行观察时,他也看见过一个黑点。这就是这两个行星总是比太阳更近的证据。

① 这是说,每个行星的轨道在两个球面之间,它们分别规定了轨道的远地点和近地点,而一个行星的外球面同下一个星球的内球面相连接。

附

录

:

《

天

体

运

行

论

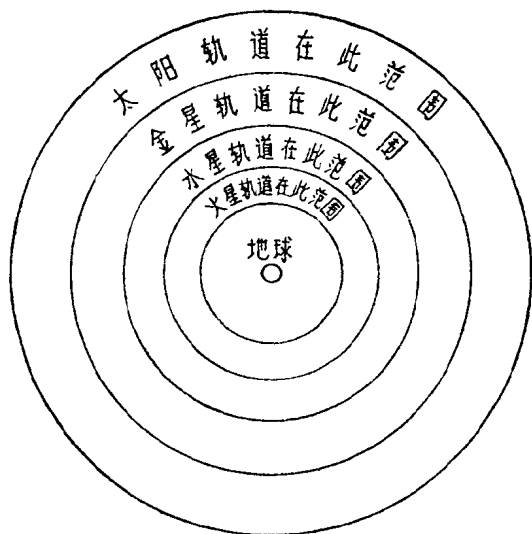
》

(

选

译

)



但是，这种论断是无力的，靠不住的。按照托勒密  
的看法，月球的最小距离是地球半径的 38 倍，根据更  
确实的估计，则为 52 倍多（后面将予以说明）。但是  
在那整个空间中，除了空气和所谓“火的元素”以外，我  
们不知道还有什么东西。此外，金星沿着它的轨道穿到  
太阳两面  $45^\circ$  左右的距离，这个轨道的直径一定是从地  
球中心到金星近地点的距离的六倍（这点也将在后面说  
明）。如果说，整个空间，比起能够包含地球、空气、  
以太、月球、水星以及金星的巨大本轮所占有的空间  
（如果金星绕静止的地球而转动的话）还要大得多，那



么，他们要说在那整个空间中又包含着什么呢？

托勒密曾论证，太阳是在远离它的天体和不远离它的天体之间运动着，这同样是难以令人信服的。月球就是这种远离太阳的天体，考察一下这个情况就可以发现其谬误了。此外，有些人说金星比太阳近，水星次之，或者还有别的顺序，他们又说得出什么理由呢？为什么这些行星就不能像其他行星一样依照它们各自不同于太阳轨道的轨道而运行呢？即使这些行星在速度上相对的快慢不足以推翻这种臆断的次序，我们还是可以这么说。所以，要么地球不能作为关于各行星及其轨道的顺序的中心点，要么就是各行星其实没有任何排列的原则，因而看不出为什么土星位置高于木星或其他行星。

因此，我认为我们必须认真考虑《百科全书》的作者马蒂安努·卡配拉<sup>①</sup>以及其他一些拉丁文作者的朴素的见解，他们认为金星和水星不像其他行星那样绕着地球转，而是以太阳为中心，沿着自己的轨道运行，它们不能在自己轨道大小所允许的范围外离开太阳。他们不

① 马蒂安努·卡配拉，生于非洲，5世纪初，在迦太基做过律师。文中所说《百科全书》是指他的《仙女和神使的婚姻和七种人文学科》（指当时认为人人必修的语法、辩论术、修辞学、几何学、算学、天文学、音乐等七门学科）一书，在当时流行过。

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

《

选

译

《

是在证明这些轨道的中心靠近太阳，又意味着什么呢？大家都公认金星轨道的大小相当于水星的两倍以上，所以，水星轨道必然在金星轨道以内。

我们还可以进一步扩大这个假设，把土星、木星和火星同这个中心联系起来，使它们的轨道大到足够容纳金星、水星和地球轨道的程度。它们按照附表<sup>①</sup>比例所做的运动也证明这一点。这些较外面的行星在夜间升起前后，也就是当它们冲着太阳、而地球恰好处在它们和太阳中间的时候，总是离地球较近。当它们在夜里落下，也就是它们与太阳会合、太阳处在它们和地球之间的时候，它们离地球就较远了。这些现象表明，它们的中心与其说是地球不如说是太阳；而这个中心又是和金星、水星的运转中心同一的。

但是，既然所有这些行星只有一个中心，那就有必要把金星轨道和火星轨道之间的空间也当做一个与其他天层同心的天层来看待，这里能够容纳地球及其卫星月球，以及月球天层中所有的东西；我们决不能把毫无疑问离地球最近的月球和地球分开，在这个空间里对月球来说，既合适而又充分。

因此，我们可以肯定地说，地球连同月球轨道，在

① 附表在《天体运行论》第五卷中。

其他行星轨道之间，沿着一个大轨道，每年绕太阳公转一次；宇宙的中心靠近太阳，太阳是静止的，它的任何视运动都可以由地球运动给以更好的说明。但是宇宙是如此之大，地球与太阳之间的距离，尽管同其他行星轨道的大小比较起来其比率也不算太小，但与恒星天层的距离相比，就显得微不足道了。

我认为，地球中心论必须假设大量天层而把问题搅浑；比较起来，我的这种看法更易于使人相信。这样我们还是顺从造物主，造物主决不会造出任何无用的、多余的东西来，却有一种将多种现象归于同一原因的能力。虽然这些观点很难懂，不符合人们的愿望，当然也不同寻常，但愿上帝俯允，我们在下文中将充分说清楚，至少向数学家们说清楚。

根据上述观点——没有别的观点更加合理了——即周期与轨道的大小成比例，那么各天层从远到近的顺序如下：最远的是恒星天层，它包含着一切，因而本身静止，这是所有其他天体的运动及位置必须参考之点。有人认为恒星天层也以某种方式发生变化，但我们将在叙述地球运动时，对这种外表的变化作另一种解释。其次是土星，30年运转一周。然后是12年运转一周的木星，两年运转一周的火星。占第四位的是每年运转一周的地球和在本轮圈上的月球轨道。第五位是周期九个月

附

录

；

《

天

体

运

行

论

《

《

选

译

《

的金星；第六位是水星，每 80 天运转一周。

在所有这些行星中间，太阳傲然坐镇。在这个最美丽的庙堂中，我们难道还能把这发光体放到别的更恰当的位置使它同时普照全体吗？人们正确地把太阳称为“巨灯”、“理智”、“宇宙之王”；海密斯·屈律斯米捷斯塔斯把太阳称为“可见的上帝”，索福克里斯笔下的《伊列克特拉》称之为普照者。太阳就这样高踞王位之上，统治着围绕膝下的子女一样的众行星。地球有月球随侍，如亚里士多德在其《动物学》一书中所说，月球同地球关系最为密切。同时，地球从太阳受孕，每年新生一次。

在这个序列中，我们发现宇宙的妙不可言的对称，以及各种运动和轨道大小之间所明明白白显示出来的和谐结合。如果不是这样排列，就不可能发现这些。只有这样的次序，我们才能看到为什么木星的顺行和逆行似乎大于土星，小于火星；为什么金星的顺行和逆行大于水星；为什么这两种运动的交替次数在一个周期中土星多于木星，而水星多于火星和金星；为什么土星、木星和火星在整夜可看见时比它们偕日升降时更接近地球。特别是火星，在它彻夜可见时，亮度可以与木星匹敌，惟一显示其特点的是它那血红的颜色，而在其他状态时，它几乎不能与二等星的星球并列，要认清它就非得

十分仔细地观察它的行动不可了。所有这些现象都出于同一原因，即地球运动造成的。

恒星没有这种现象，证明它们的距离是不可计量的。与这种距离比较，即使地球轨道也是微不足道的，而视差效应<sup>①</sup>也觉察不到了。每一可见物体都有一定距离，超出这个距离就再也看不见了（如《光学》中所证明的）。恒星的闪烁也表明，最远的行星——土星和恒星天层之间还有极大的距离，恒星同行星相区别主要是根据这一点。再者，运动的天体与不动的天体之间必然有很大的差别。神圣的造物主的庄严作品是多么伟大啊！

## 十一 对于地球的三重运动的解释

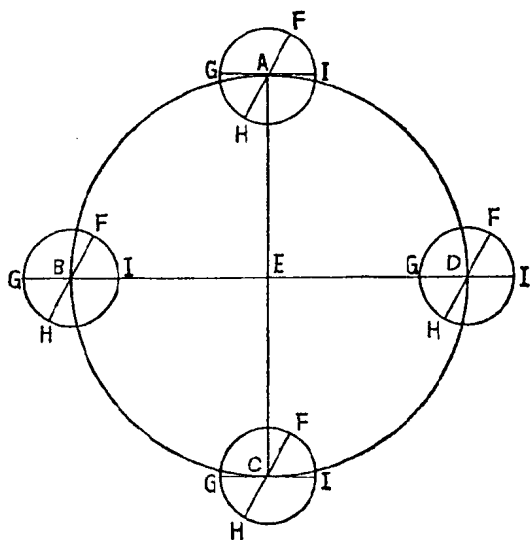
行星运动的现象可以证明地球的运动。现在我们来简单讨论一下这种运动，以表明这个假说可以解释各种现象。我们必须把这种运动看做是三重的。第一种运动把希腊文“全昼夜期间”定义为昼夜的循环。这是由于

---

① 指观察者位置的变化所引起的被观察天体方位的改变。天体距离越远，方位的改变越小。所以我们觉察不到遥远的恒星所产生的视差。

地球围绕着自己的轴由西向东旋转而产生。由于与此相应的反方向运动，宇宙表现为环绕着昼夜平分的圆周即赤道而运动的，有人称之为“与赤道等距离的”圆周，即希腊文 *ισσημερονος* 一词的译文。第二种运动是地球中心和地球上的一切的周年转动。这个运动画出了围绕太阳的黄道，也是从西到东、即向后的转动，这黄道位于金星与火星的轨道之间。由此出现了这种现象：似乎太阳本身也在沿着黄道做相似的运动。例如，从太阳看到地球中心正穿过摩羯宫时，从地球看太阳仿佛正穿过巨蟹宫；当地球在宝瓶宫时，太阳似乎正穿过狮子宫，如此等等。赤道和地轴倾斜于经过黄道中心的这个圆和它的平面，并不断改变它们的倾斜角。因为如果它们是固定的，并且只是随着地球的中心而运动，昼夜就不会有长短之分。同时，在某些地方就会总是夏至或冬至，或者总是夏天或冬天，或者总是秋分或春分，或者总是一个季节。第三种运动是赤纬的运动，也是每年一次的转动；但这是顺行，与地球中心的运动相反。这样，地球的轴和它的最大纬线即赤道指向一个差不多恒定的方向，看起来似乎两者是固定的。但同时，太阳看来是沿着黄道的倾斜方向而运动，而事实上这种运动却是由于地球中心的运动而产生的（正如地球好像是宇宙的中心，只是由于我们看到的是投影到恒星天层的太阳和地

球之间的连线)。



以图表示，圆 ABCD 表示地心在黄道平面上的公转的轨迹。设接近其中心的 E 为太阳。直径 AEC 和 BED 分此圆为四个相等部分。设巨蟹宫的第一点在 A，天秤宫的第一点在 B，摩羯宫的第一点在 C，白羊宫的第一点在 D。设地球中心首先在 A，围绕它作一地球赤道 FGHI。这个圆 FGHI 和黄道不在同一平面上，但它的直径 GAI 是同黄道的交线。作直径 FAH 和 GAI 相交于直角，设 F 是往南的极大倾斜点，H 是往北的极大倾斜点。这样，因为最北的倾斜点 H 转向于太阳，地

附

录

：

《

天

体

运

行

论

《

（

选

译

）

球上的居民将会见到，在中心 E 附近的太阳是在磨羯宫中的冬至线上。因此在周日转动中，赤道对 AE 的倾斜使太阳沿南回归线<sup>①</sup>运动，它和赤道相差 EAH 角。

设地心顺行，又设最大倾斜点 F 以同样的程度向后运动，直到二者都完成一个象限，达到 B 点。这期间由于运动的相等性，角 EAI 永远相等于 AEB。直径 FAH，FBH 和 GAI，GBI 也总是相互平行的，而赤道保持和自己平行。这些平行线，如时常所提到的，在广阔的太空中表现为重合的。因此，从天秤宫的第一点 B 看，E 将出现在白羊宫中，而平面的交线将为 GBIE 线，从而周日转动没有倾斜，而太阳的一切运动则为侧面的（在黄道平面上）。太阳现在在春分点上。更进一步，设地球中心继续其行程。当它在 C 点完成了半圆时，太阳进入巨蟹宫，赤道向南的最大倾斜点 F 现在转到朝着太阳，它将表现为沿北回归线运行，和赤道相差一个等于 ECF 的交角。当 F 已转完它的第三个象限时，交线 GI 再一次落入到 ED 线，将在天秤宫位置中看到太阳，而且它在秋分点上。这个过程再继续下去，

---

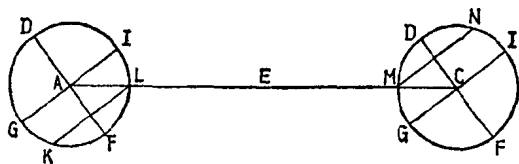
① 天球上赤纬之北和南各  $23^{\circ}27'$  的两个赤纬圈，即太阳所能到达的两个极限位置。夏至日太阳到达北回归线后即转向南去；冬至日太阳到达南回归线后即转向北去。



HF 逐渐转向太阳，就会出现回到我们在开始时所注意到的同一现象。

我们还可以用另外的方式表达如下。在这张图的平面上，取直径 AEC。AEC 是这一平面和一个与它相垂直的圆的交线。在 A 和 C 点，分别处于巨蟹宫和摩羯座，在这个平面上划出地球的一个径圆 DFGI。设 DF 是地球的轴，D 是北极；F 是南极，GI 是赤道的一个直径。因为这时 F 转向 E 点的太阳，赤道的北向倾斜是 IAL 角，绕轴的转动将画出赤道南面的纬线，其直径为 KL，到赤道的距离等于 LI，这是处于巨蟹宫的太阳到赤道的视距。说得更清楚一些，由于这个绕轴的旋转，视线 AE 画出了一个锥面，其顶点在地球中心，其底为平行于赤道的一个圆。对面的 C 点发生了同样的现象，只是方向相反。这样，这两个运动，即中心运动和赤纬运动的相反效应，限制地轴保持恒定方向，并引起太阳运动各种现象。

我们上面说到，中心和赤纬的周年转动几乎是相等的。如果两者完全相等，那么二分点，二至点和黄道在



恒星天层的倾斜度，就都是不变的。但有一点微小的偏差，要经过许多世纪的积累才显得出来。从托勒密的时代到我们的时代，二分点岁差达到了近  $21^\circ$ ，据此有些人曾想过，恒星天层也在运动着，他们曾假设了一个第九天层，后来发现这还不够，现代一些权威们又添上了第十层。但他们仍然不能获得我们根据地球运动所希望获得的结果。我们必须把这种运动作为一个假说并遵循它的一切推理。

## 参 考 书 目

- 辛可:《哥白尼和日心说》。上海人民出版社, 1973
- 陈自悟:《从哥白尼到牛顿》。科学普及出版社, 1980
- 福希斯(荷兰):《科学技术史》。北京求实出版社, 1985
- 杨沛霆:《科学技术史》。浙江教育出版社, 1986
- 王玉仓:《科学技术史》。人民大学出版社, 1993
- 该传记资料的部分内容根据波兰耶日·岑特科夫斯基著的《哥白尼传》整理。

[General Information]

SS号=10416550